அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி ஒன்று

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

அறிவியல் களஞ்சியம்

Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Toronto Scarborough Library

https://archive.org/details/scienceencyloped01unse

அறிவியல் களஞ்சியம்

முதல் தொகுதி

(அக்கரூட்டு – அமில அமைடு)

தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 63 - 1

திருவள்ளுவராண்டு 2017, ஆடி - சூலை 1986

நூல்	:	அறிவியல் களஞ்சியம் தொகுதி - 1
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பி.எல்.சாமி
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	களஞ்சியம்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 1986 மறுபதிப்பு 2007
பக்கம்	:	1024
தாள்	:	எஸ்.பி.பி. சூப்பர்பைன் 60 ஜிஎஸ்எம் (16 கி)
அளவு	:	1/4 டெம்மி
நூற்கட்டுமானம்	:	முழு காலிகோ
விலை	:	**உரூ. 800.00**
படிகள்	:	500
அச்சு	:	ஹேமமாலா சிண்டிகேட், சிவகாசி.

முன்னுரை

அண்மைக் காலத்தில் அறிவியலானது பன்மடங்கு வேகமாக முன்னேறி வருகிறது. நிலாவில் மனிதன் சென்று உலாவி வருகிறான். விண்வெளியில் நடக்கவும் பணிபுரியவும் பழகி வருகின்றான். நிலாவிலும் செவ்வாய்க் கோளிலும் சென்று தங்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ள இன்று பல விண்வெளிக் கலங்களும், ஓடங்களும், செயற்கைக் கோள்களும் விண்வெளியில் ஏவிவிடப்படுகின்றன; எதிர்கால விண்வெளிக் கலப் பொறிகளாக காந்தப் பாய்ம மின் எந்திரங்கள் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன. விண்வெளி ஆராய்ச்சிகள், கணிப்பொறித் துறை வளர்ச்சி, துருவவெளி ஆய்வுகள் ஆழ்கடல் தேட்டங்கள், சூரிய ஆற்றல், எரிபொருள் ஆகியவற்றின் பரவலான பயன்பாடு போன்றவற்றில் மனித அறிவு உயர் எல்லையைத் தொட முயலும் நிலையை இன்று காண இயலும்.

எளிய பருப்பொருள்களை உருமாற்றி, வேண்டிய வடிவத்தில் படைத்த மனிதன் கரிமப் பொருள்களை எளிய பொருள்களிலிருந்து தொகுப்பு முறையில் உருவாக்குவதில் இந்நூற்றாண்டில் வெற்றி கண்டான். வருங்காலத்தில் உயிர்ப் பொருள்களைச் செயற்கையாகப் படைப்பதிலும் வெற்றிகாணும் பாதைக்கான அடித்தளங்களை உயிர் மூலக்கூற்றியலில் இன்று உருவாக்கத் தொடங்கிவிட்டான். உயிர்த் தொழில் நுட்பம் என்பது அறிவியல் வாழ்க்கையின் எளிய நடைமுறைச் சொல்லாகி வருகிறது. செயற்கை இரத்தம் படைக்க முயற்சி செய்யப்படுகிறது. சிக்கலான தன்னியக்கக் கட்டுப்பாட்டமைப்புகளும் மனித எந்திரங்களும் அன்றாடத் தொழில் துறைக் கருவிகளாகப் பல்கிப் பெருகி வருகின்றன. செயற்கையில் விலைமதிப்பற்ற அருங்கற்கள் படைக்கப்படுகின்றன.

அறிவின் வளர்ச்சி. புற இயக்கம் பொருளின் உள்ளியல்பான இயற்பண்பும், பொருள் நிலவலின் ஒருவகை வடிவமுமாகும். புற இயக்கம் என்பது அண்டத்தில் நிகழும் எல்லா மாற்றங்களையும் நிகழ்வுகளையும் உள்ளடக்குகிறது. இயக்கப் பண்பை ஆய்வு செய்யும் பணி, இயக்கத்தின் மிக எளிய தாழ்நிலை வடிவத்திலிருந்து தொடங்கியது; பிறகு சிக்கலான உயர்நிலை வடிவங்களை ஆயும் முயற்சி தொடர்ந்தது. எனவே இயற்கை அறிவியல்கள் மிக எளிய இயக்கமான பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி, வான் பொருள்களின் இயக்கம் நிலக்கோளப் பொருள்களின் இயக்கம் பற்றி ஆய்வதில் தொடங்கின. பிறகு மூலக்கூற்று இயக்கம் பற்றி ஆய, இயற்பியல், அணு இயக்கம், வேதியியல் ஆகிய அறிவுத் துறைகள் தோன்றி தொடர்ந்து வளரத் தொடங்கின. இந்த உயிரில்லாப் பொருள்களின் இயக்க ஆய்வு முடிந்த பிறகே உயர்நிலை வடிவ இயக்கமான உயிர் நிகழ்வுகளை ஆய வழி ஏற்பட்டது. உயிர்நிகழ்வுகளின் ஆய்வும் இயக்கவியல், இயற்பியல், வேதியியல் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சியைச் சார்ந்தே அமைந்தன. விலங்குகளின் உடல், எலும்பு, சதை இயக்கங்கள் ஆய்வு வளர்ந்த நிலையில், உயிர் வேதியியல் நிகழ்வுகளைப் பற்றிய அறிவு மிகவும் தொடக்க நிலையிலேயே அமைந்திருந்தது. கரிம வேதியியல் வளர்ந்த பிறகே இந்நிகழ்வுகள் பற்றிய அறிவு விரிவடையத் தொடங்கியது. உயிர் வேதியியலும் மூலக்கூற்று உயிரியலும் வளர்ந்ததும் உயிர்வேதி நிகழ்வுகளைப் பற்றிய அறிவு மேலும் வளர்ந்து பெருகத் தொடங்கியது உயர் உயிர்வேதி இயக்கங்கள் அமைந்த மூளையின் இயக்கம் பற்றிய அறிவு தன்னியக்கக் கட்டுப்பாட்டமைப்புகளின் கோட்பாடுகள்உருவாகிய பிறகே வளரமுற்பட்டது. இன்று நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட பல துறைகள் இயற்கை பற்றிய மனித அறிவுப் பரப்பை எல்லைக் கோடிட்டுக் காட்ட முயல்கின்றன.

எனவே, உலகோர் தம் அறிவு வளர்ச்சிக்காகப் பல்துறைச் செய்திகளையும் அறிய வேண்டியது இன்றியமையாத வாழ்க்கைத் தேவையாக இன்று ஆகிவிட்டது; இத்தேவையை நிறைவேற்றும், அனைத்துத் துறைச் செய்திகளையும் பிழிந்து நிரல்படக் கொடுக்கும் கருவிநூல் கலைக்களஞ்சியமேயாகும். ஓரளவு படித்த மனிதன் பல்வகைத் துறையிலும் ஆதாரச் சான்றுடை அறிவைப் பெறுவதற்குக் கலைக் களஞ்சியம் துணைபுரிகின்றது. பல்துறை அறிவு பெற நூல்பல தேடி அலைந்து செய்திகளைத் திரட்ட வேண்டும். இதற்குப் பெருமுயற்சியும் காலமும் தேவைப்படும். ஆயின் குறுகிய காலத்தில் எளிதாக அவ்வரிய அறிவைக் கலைக்களஞ்சியம் ஒன்றைப் படித்தாலே பெற்றுவிட முடியும்.

அறிவு வளர்ச்சியைப் படம் பிடிக்கும் மொழியியல் கருவியாகக் கலைக்களஞ்சியம் அமைந்துள்ளது. இது மனிதனின் வியத்தகு ஆற்றலையும் செயல் தன்மை உருவாக்கிய விரிந்த அறிவின் பரப்பையும் கோடிட்டுக் காட்டுவதையே தன் பணியாகக் கொண்டுள்ளது. அறிவியல் வளர்ச்சி, பொருள்வளத்தாலோ

இடத்தாலோ காலத்தாலோ கட்டுப்படுத்தப்படக் கூடியதன்று. மனிதகுல வரலாறு முழுவதிலும் உருவாகிய இத்தகைய அறிவின் பரப்பைத் தொகுப்பதே இதன் சிறப்பியல்பாகும். உலக முழுவதும் உருவாக்கப்பட்ட கலைக்களஞ்சியங்கள் அனைத்தும் தமக்கென வகுத்துக்கொண்ட முறைக்கேற்ப இந்தச் செய்திகளைத் தாங்கி நிற்கக் காணலாம். மனித வளர்ச்சியை ஒரு நாட்குறிப்பேட்டில் எழுதிவைத்தாற்போன்று கலைக்களஞ்சியம் அழியாத காலப் பெட்டகமாய் இலங்குகிறது. உலகச் செய்திகள் அனைத்தும் தமக்குரிய வடிவங்களில் இடம் பெறுகின்றன. எனவே, கலைச்களஞ்சியம் அறிவு வளர்ச்சியின் வரைபடம்; மனித வளர்ச்சியின் நாட்குறிப்பு; உலகச் செய்திகளின் நுண்காட்சிப்படம்; செய்தி நிரல்களின் செப்பேடு.

ஆங்கிலம் போன்ற உலகமொழிகளில் ஏறத்தாழ நூறு கலைக்களஞ்சியங்கள் உள்ளன. அவை பல துறைகளுக்கும் உரிய பல்லாயிரக்கணக்கான கலைச் சொற்களைக் கொண்டு உலகளாவிய செய்திகளைத் திறம்படத் தருகின்றன. ஆனால் தமிழ் மக்கள் அனைவரும் அவற்றைப் படித்தறிய வாய்ப்பில்லை. தமிழ் மக்கள் அனைவருக்கும் பயன்தரத்தக்க வகையில் 1949–1968 இல் சென்னை தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகத்தால் பத்துப் தொகுதிகள் அடங்கிய தமிழ்க் கலைக் களஞ்சியம் ஒன்று திரு தி.சு. அவினாசிலிங்கனார் தலைமையில் திரு பெ.தூரன் அவர்களைப் பதிப்பாசிரியராகக் கொண்டு தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகத்தின் சார்பில் உருவாக்கப்பட்டது. அது வெளிவந்து பல ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. அறிவியல் முன்னேற்றம் கடந்த முப்பது ஆண்டுகளில் வியக்கத்தக்க விரைவுடன் நிகழ்ந்து கொண்டிருப்பதால் புதிய அறிவியல் முன்னேற்றங்களைத் திரட்டித் தருவது இன்றைய இன்றியமையாத உடனடி தேவையாகிவிட்டது. இந்நிலையில் அறிவியல் களஞ்சியத்தைத் தமிழில் கொண்டு வருவது முன்னேற்றப்பாதையில் ஒரு படியாகும்.

தமிழ் ஆராய்ச்சியையும், தமிழ்க் கல்வியையும், வளப்படுத்தி ஊக்குவிக்கும் சீரிய நோக்கத்துடன் முதலமைச்சர் முனைவர் எம்.ஜி. இராமச்சந்திரனார் ஐந்தாம் உலகத்தமிழ்மாநாட்டில்அறிவித்ததை அடியொற்றி 1981–ஆம் ஆண்டு தமிழக அரசு தஞ்சைத் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத்தை நிறுவியது. தமிழ்நாடு அரசால் உருவாக்கப்பட்ட வல்லுநர் குழு, கலைக் களஞ்சியப் பணியினை இப்பல்கலைக் கழகம் தன் குறிக்கோள்களுள் ஒன்றாகக் கொள்ளவேண்டுமென்று வற்புறுத்தியது. தமிழ் மொழியின் ஆய்வுக்கும், வளர்ச்சிக்கும், அறிவூக்கத்திற்கும் கலைக்களஞ்சியங்கள் உடனடித் தேவையாகும் என்பதனை உணர்ந்த பல்கலைக் கழகம் இத்திட்டத்தை உருவாக்கியது.

பல்கலைக் கழகத் தற்காலிக ஆட்சிக்குழுவும் இத்திட்டத்தை ஒப்புக்கொண்டு உறுதி செய்தது. நிதிக்குழுவும் ஒப்புதல் அளித்தது. இக்குழுக்களின் ஒப்புதலின் பேரில் கலைக் களஞ்சியத்தை வாழ்வியற் அறிவியல் என இரு பகுதிகளாக வெளியிட முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. ஒன்று அறிவியல் களஞ்சியம், மற்றொன்று வாழ்வியற் களஞ்சியம். முன்னதில் 20 தொகுதிகளும் பின்னதில் 14 தொகுதிகளும் வெளியிட வேண்டுமென்று திட்டமிடப்பட்டது. இத்திட்டத்தை நிறைவேற்ற முதற்படியாக தஞ்சைத் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத் துணைவேந்தர் முதுமுனைவர் வ.அய். சுப்பிரமணியம், எம்.ஏ.,பிஎச்.டி., டி.லிட்., அவர்கள் திரு தி.சு. அவினாசிலிங்கம் அவர்களையும், திரு. சி. சுப்பிரமணியம் அவர்களையும் கலந்தாலோசித்து, முன்பு கலைக்களஞ்சியப் பணிகள் நிறைவேற்றப்பட்ட முறைகளைவிரிவாகக் கேட்டு அறிந்தார்.

அறிவியலாளர் பலர் வாழ்வதாலும், நூலகங்கள் பல இருப்பதாலும் களஞ்சியப் பணி முதலில் சென்னையில் 21.3.83–இல் தியாகராய நகர், இராமன் தெரு, 37–ஆம் எண் கட்டடத்தில் தொடங்கப்பட்டது. 1983-ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்களில் திரு பி.எல். சாமி, இ. ஆ. ப., (ஓய்வு) அவர்கள் முதன்மைப் பதிப்பாசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். தமிழ் வளர்ச்சிக்கழகம் வெளியிட்ட கலைக்களஞ்சியத்துடனும், ஆங்கிலத்தில் வெளியாகியுள்ள பல களஞ்சியங்களுடனும், பிற துணை நூல்கள் கொண்ட நூலகம் ஒன்று நிறுவப்பட்டது. பிற நூல் நிலையங்களிலிருந்து நூல்களைக் கடனாகப் பெறவும் வழிவகை செய்யப்பட்டது.

அறிவுரைஞர் குழுவும், சென்னையிலுள்ள ஆட்சிக்குழு உறுப்பினர்களும், வளர்தமிழ்ப் புலத்தலைவரும் 25.6. 83 இல் கூடிக் களஞ்சியப் பணிக்கு நியமித்தற்குரியவர்களின் தகுதி, நெறி முதலியவை பற்றி முடிவெடுத்தனர். ஒவ்வொரு துறைக்கும் பதிப்பாசிரியர், செய்தி திரட்டுவோர், சுருக்கெழுத்துத் தட்டச்சர் முதலியவர்களைப் பணிக்கு அமர்த்தவும் இவர்களை நேர்முகத் தேர்வு வழி தேர்ந்தெடுக்கவும் முடிவு செய்யப்பட்டது. அறிவியல் களஞ்சிய அலுவலகத்தில் கீழ்க்காணும் பத்துத் துறைகள் அமைய வேண்டுமென முடிவெடுக்கப்பட்டது.

1. பொதுப் பொறியியல், 2.மின், எந்திரப் பொறியியல், 3. பொது மருத்துவம், 4. அறுவை மருத்துவம். 5. கணிதம், புள்ளியியல், மக்கள் தொகையியல்கள், 6. இயற்பியல், 7. வேதியியல்,

8. உயிரியல், வேளாண்மை, சூழ்நிலையியல்கள், 9. கடலியல், கப்பல் கட்டுதல், 10. ஆற்றல் அறிவியல்.

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியருக்கு உதவியாகச் செய்தி திரட்டுவோர் ஒருவரையும் பணியிலமர்த்த முடிவு செய்யப்பட்டது.

அறிவியல் துறைகளைச் சார்ந்த வல்லுநர் பட்டியலை உருவாக்கிப் பின் அவர்களிடமிருந்து கட்டுரைகள் கேட்டுப் பெறவேண்டுமென்றும், பெற்ற கட்டுரைகளைச் சீர்தூக்கிப் பதிப்பிற்குச் செப்பம் செய்வதுடன் துறையிலேயும் கட்டுரைகளைப் பதிப்பாசிரியர்களும், எழுத வேண்டுமென்றும் முடிவு செய்யப்பட்டது. பதிப்பு செய்த கட்டுரைகளைத் துறை வல்லுநர் குழுக்கள் திறனாய்வு செய்ய அவர்களுக்கு நாட்படியும், பயணப்படியும், உரிய பிற செலவுகளும் வழங்கவும் தீர்மானிக்கப்பட்டது.

களஞ்சியப் பணியை நன்கு புரிந்துகொண்டு விரைவுபடுத்தும் நோக்கத்துடன் ஒரிய மொழிக் கலைக்களஞ்சிய ஆசிரியரும் அறிஞருமாகிய திரு கனுங்கோ, மலையாள மொழிக் களஞ்சியப் பதிப்பாசிரியர் திரு பி. பாஸ்கர பணிக்கர், கன்னட மொழி அறிவியல் களஞ்சிய ஆசிரியர் திரு ஜி. டி. நாராயணராவ், வங்காள மொழிக் களஞ்சிய ஆசிரியர் திரு பிரத்யும்ன பட்டாச்சாரியா. குஜராத் பல்கலைக் கழகப் பேராசிரியர் முனைவர் ரமன்லால் ஜோஷி. தஞ்சைத் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத் துணைவேந்தர் முதுமுனைவர் வ. அய். சுப்பிரமணியம், அறிவியல் களஞ்சிய முதன்மைப்பதிப்பாசிரியர் திரு பி. எல். சாமி முதலிய வல்லுநர்கள் அடங்கிய கருத்தரங்கு ஒன்று 1983ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர்த் திங்களில் சென்னையில் நடத்தப்பட்டது. களஞ்சியம் உருவாக்குவதற்குரிய வழிமுறைகளை விளக்கிப் பயனுள்ள பல செய்திகளை விவாதித்தது. அக்கருத்தரங்கில் முன்களஞ்சியம், பெருங்களஞ்சியம் நுண்களஞ்சியம் என்ற மூவகைக் களஞ்சியங்களை என்சைக்ளோப்பீடியா பிரிட்டானிக்காவைப் போன்று உருவாக்குவதில் உள்ள நன்மைகள் விவாதிக்கப்பட்டன. எனினும் தற்போது பின் கூறிய இரண்டு கூறுகள் மட்டும் ஒருங்கே அமைந்த களஞ்சியத்தைத் தயாரிப்பதே நடைமுறைக்கு ஒத்தது என முடிவு செய்யப்பட்டது.

அறிவியல் களஞ்சியத்தில் அறிவியல் கோட்பாடும், இயற்பியல், வேதியியல், வானியல், கணிதம், புள்ளியியல், மக்கள்தொகையியல், நிலவியல், நிலவரையியல், வானிலையியல், கடலியல், பொறியியல், தொழில்நுட்பத் துறைகள், தாவரவியல், வேளாண்மையியல் கானியல், தோட்டக்கலை, சூழலியல், விலங்கியல், உடல்இயங்கியல், உயிர்வேதியியல், மருத்துவம், கால்நடை மருத்துவம், சித்த மருத்துவம், ஆகிய இயற்கை அறிவியல் சார்ந்த அறிவுத் துறைகளும் உள்ளடங்குகின்றன.

நிலக்கோளம் பற்றிய அறிவுப் பரப்பில் மானிட நிலவரையியல், உளவியல் ஆகியன அறிவியல் களஞ்சியத்தில் அடங்கா. அப்பகுதி வாழ்வியல் களஞ்சியத்தில் விவரிக்கப்படும். மேற்கூறிய துறைகள் தவிர்த்த பிற வாழ்வியல், சமுகவியல் சார்ந்த அறிவுத் துறைகள் அனைத்தும் வாழ்வியல் களஞ்சியத்தில் அடங்கும்

களஞ்சிய ஆக்கம். களஞ்சிய ஆக்கத்தில் ஆதாரச் சான்றுடைமை, செறிவுடைமை, தெளிவுடைமை எளிதாக புரியும் தன்மை, செய்திகளின் துல்லியத் தன்மை, அனைத்துலகப் பொது நோக்கு ஆகிய களஞ்சியத்துக்கே உரிய பண்புகளுக்கு ஆழ்ந்த கவனம் செலுத்தப்பட்டுள்ளது.

பதிப்புக்கொள்கை. களஞ்சியப் பதிப்பில் பின்வரும் கொள்கைகள் பின்பற்றப்பட்டுள்ளன.

அ. கட்டுரைகள் எளிதாகப் புரிய வேண்டும்

1. கட்டுரை, அறிவு தேடும் ஆர்வம் கொண்ட பயிற்சியற்ற பொதுக் கல்விமட்டுமே பெற்ற ஒருவர் எளிதாகப் புரிந்து கொள்ளும் தெளிந்த நடையில் அமையவேண்டும்.
2. படிப்பவருக்கு கட்டுரை அமையும் துறையில் சிறப்பு அறிவு இல்லாமலிருந்தாலும் கூட அடிப்படையில் அதில் உள்ள விளக்கங்கள் எளிதில் புரிய வேண்டும்.
3. அறிவுப் பரப்பை முழுமையாக்க சேர்க்கப்படும் உயர்நிலைக் கணித அறிவியல், தொழில் நுட்பக் கருத்துகள் அடங்கிய கட்டுரைகளும் ஓரளவாவது பொது வாசகர்கட்குப் புரிதல் வேண்டும். மேலும் இத்தகைய கட்டுரைகள் மிகச் சிலவாகவே அமைய வேண்டும்.
4. உரிய தலைப்பில் மேலும் விரிவான செய்திகளைப் பெறத்தக்க நூல்கள் அடங்கிய நூலோதியை ஒவ்வொரு கட்டுரையிலும் தர வேண்டும். இந்நூலோதியில் உள்ள நூல்கள் எளிதில் கிடைப்பனவாகவும், கட்டுரையில் விவரிக்கப்படும் செய்திகளின் ஆதாரச் சான்றாகவும், மேலும் கூடுதல் விளக்கமும், ஆழமும் பெற ஏற்றனவாகவும் அமைய வேண்டும்.
5. கட்டுரைகள் எளிமையாகப் புரிதற்குரிய பட விளக்கங்களை ஆங்காங்கே தரவேண்டும்

ஆ. கட்டுரைகள் முரணற்ற ஒருங்கிணைந்த தொய்வற்ற கட்டமைப்பைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

1. குறிப்பிட்ட அறிவுப் பரப்பின் முழுமைக்கும்,

பகுதிக்கும் இடையில் தெளிவான உறவு அமைய வேண்டும்.

2. தக்க அளவோடு எல்லாக் கட்டுரைகளும் அமைய வேண்டும்.

3. தேர்ந்தெடுக்கப்படும் தலைப்பு அறிவுப் பரப்பை விளக்க உதவும். அறிவுப்பரப்பின் அடிநிலைக் கூறுகளான கருத்தமைவு, அடிக் கோள், கருதுகோள், விதி, நெறிமுறை, இயல்பொருள்கள், கோட்பாடு, பயன்பாடு கள், செய்பொருள்கள், கருவிகள், பிற தொழில் நுட்ப அமைப்புகள், வாழ்க்கைக் குறிப்புகள் ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றைச் சுட்டுவதாக அமைய வேண்டும்.

இ. எல்லாத் துறைகளிலும் அடங்கிய தலைப்பு களின் தேர்ந்தெடுப்பும் பிரிவினையும் சமச் சீர்மையுடன் ஒழுங்குற அமைதல் வேண்டும்.

1. ஒரே இடத்தில் தனித் தலைப்புப்பற்றிய முழு அறிவை விளக்கல்.

2. ஒரு தலைப்பில் தெளிவாக விளக்கிய கருத்து கள் வேறு தொடர்புள்ள தலைப்புகளில் திரும்ப விளக்குவதைத் தவிர்த்தல்.

3. ஒரே தலைப்புடைய கட்டுரை பலதுறை சார்ந்த கருத்துகளும் அமைந்தால் தனித் தனியாக துறைக் கட்டுரைகள் தருவிக்க அல்லது எழுதப்பட்டுப் பின் இரண்டையும் தக்கபடி ஒருங்கிணைத்துப் பதிப்பித்தல்.

4. அறிவியல் பரப்பை விளக்கும் ஓர் அடிநிலைக் கூறு பற்றிய தலைப்பு பலதுறைகளிலும் வழங் கினாலும் பல தலைப்புகளில் அமைதலைத் தவிர்த்தல்.

ஈ. கட்டுரைகள் அனைத்தும் நடுவு நிலைமையும் பொது ஏற்புடைமையும் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

தற்கால அறிவு வளர்ச்சி நிலையில் ஒப்புக் கொள்ளக் கூடிய சம வாய்ப்புடைய கருத்து வேறுபாடுகளை ஏற்று அவை எல்லாவற்றை யும் எப்புறமும் சாயாது விவரித்தல்.

உ. தலைப்பு அமைப்பைக் கொண்டும் அகர வரிசை முறையைக் கொண்டும் எளிதாக உரிய கருத்து களைத்தேட வழிவகுக்க வேண்டும்.

1. செய்திகளை எளிமையாகத் தேடுவதற்குத் தலைப்புகள் அகர வரிசையில் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. மேலும், இறுதியில் பொருள் நிரல் ஒன்றும் ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் தரப்படுகிறது.

2. தலைப்புகளில் செய்திகளைத் தேட தக்க துணை, உள்தலைப்புகளும், தலைப்புகளிடை யில் உள்ள தொடர்பை இனங்காட்ட தேவைப்படும் கட்டுரைகளில் தக்க குறுக்கு மேற்கோள்களும்தரப்பட்டுள்ளன.

களஞ்சிய செய்தி மூலங்கள். அறிவியல் களஞ் சியம் ஆங்கிலத்தில் அமைந்த மெக்ராஉறில் அறிவியல் தொழில் நுட்பக் களஞ்சியத்தின் அமைப் பைப் பின்பற்றி அமைந்துள்ளது. மேலும் செய்தி களைத் திரட்ட என்சைக்ளோபீடியா பிரிட்டான் னிக்கா, மெக்ராஉறில் அறிவியல் தொழில் நுட்பக் களஞ்சியம் ஆகியவற்றையும் பிற சிறப்புத்துறைக் களஞ்சியங்களையும், பல்வேறு மேற்கோள் நூல் களையும் பார்வை நூல்களையும், மூலப் பாடநூல் களையும், பயன்படுத்தியுள்ளது. பொதுவாக உலக ளாவிய செய்திகளையும் சிறப்பாக இந்திய, தமிழகச் செய்திகளையும் தந்து இக்களஞ்சியம் பணிசெய்ய முயன்றுள்ளது.

கட்டுரைத் தலைப்புகளைத் தேர்ந்தெடுக்க பலதுறை சார்ந்த வல்லுநர் குழுக்கள் அமைக் கப்பட்டன. அறிவியல் பிரிவில் உள்ள பத்துத் துறை களிலும் ஏறத்தாழ 10,000 தலைப்புகள் தொகுக் கப்பட்டன. தொகுக்கப்பட்ட தலைப்புகள் தமிழ் கூறும் நல்லுலகம் முழுவதிலும் உள்ள அறிஞர்களுக்கு அனுப்பி வைக்கப்பட்டன. பின்னர் அவர்களிட மிருந்து பெற்ற குறிப்புகளைப் பயன்படுத்தி அத்த லைப்புகள் இறுதியாகச் செப்பம் செய்யப்பட்டன. பின்னர். 1984-இல் மாதிரிக்கட்டுரைகள் அடங்கிய எடுத்துக்காட்டுப் படிவம் ஒன்று அச்சடிக்கப்பட்டு கருத்துரை கேட்டு, 1,700 அறிஞர்களுக்கு அனுப் பப்பட்டது. ஏறத்தாழ 200 பேர்கருத்துரைகள் அனுப் பினர். அவற்றைக் களஞ்சியத் தொகுப்பின்போது கருத்திற் கொண்டு செயலாற்ற முடிவு செய்யப் பட்டது. மேலும் அனைத்துத் தலைப்புகளைக் கொண்ட இருபது முன்னச்சுத் தொகுதி 1985 ஏப்ரல் திங்களில் எழுதப்பெற்றன. முதல் தொகுதியை அச்சுக்குத் தருமுன் நான்கு பக்கங்கள் கொண்ட மாதிரி அச்சுப் படிவம் ஒன்று அச்சடிக்கப்பட்டு அதன் அடிப்படையில் முதல் தொகுதி அச்சில் எப்படி அமைய வேண்டும் என்பது முடிவு செய்யப்பட்டது.

தற்போது வெளியாகும் இந்த அறிவியல் களஞ்சிய முதல் தொகுதியில் 375 கட்டுரைகள் 902 பக்கங்களில் அடங்கியுள்ளன. தனது எல்லைக்குள் அடங்கிய அறிவியலின் பல துறைகளிலும் இன்று வரை உள்ள வளர்ச்சிகளை விரிவாகவும் ஆழமாகவும் கட்டப்படங்கள், வரைபடங்கள், ஒளிப்படங்கள், வண்ணப் படங்கள் அட்டவணைகள், வாய்பாடுகள்,

சமன்பாடுகள் ஆகியவற்றின் துணையோடு இத் தொகுதி வெளிவருகின்றது. இதுதான் அறிவியலுக் கெனத் தமிழில் தனியாக வெளியிடப்படும் முதல் களஞ்சியம். தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் வெளியிட்ட கலைக் களஞ்சியத்தினின்றும் இத் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் வெளியிட்ட களஞ்சியங்கள் பல வகையிலும் வேறுபடுகின்றன. தஞ்சைத் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத்தின் சார்பில்தான் இவ்வாறு முதன் முதலாக அறிவியலுக்கெனத் தனிக் களஞ்சியமும் வாழ் வியலுக்கென தனிக் களஞ்சியமும் வெளியிடப் படுகின்றன.

நன்றி: தமிழக முதல்வர் மாண்புமிகு முனைவர் எம். ஜி. இராமச்சந்திரனார் தஞ்சையில் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தோன்றுவதற்கு முதற்காரணமாக இருந்ததோடு. களஞ்சியத்தை நெறிப்படுத்தும் குழுவின் காப்பாளராகவும் இருந்து வருகிறார். இப்பல்கலைக் கழக இணைவேந்தரும் தமிழகக் கல்வி அமைச்சருமாகிய மாண்புமிகு செ. அரங்கநாயகம் அவர்களும் இக்குழுவின் தலைவராக இருந்து பல வழிகளில் ஊக்கம் அளித்து வருகிறார். இவ்விருவருக் கும் முதற்கண் நமது நன்றி உரித்தாகிறது. தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத் துணைவேந்தர் முதுமுனைவர் வ.அய். சுப்பிரமணியம், எம்.ஏ.,பிஎச்.டி.,டி.,லிட்,. அவர்கள் பல்வேறு வகையிலும் களஞ்சியப் பணி சிறப்பாகக் அமைய ஊக்கமூட்டி வருகின்றனர். இவருக்கு நம் நன்றி உரியது. வல்லுநர் குழுவினர் கட்டுரைகளைச் சீரிய முறையில் செம்மைப்படுத்திக் களஞ்சியம் செம்மையான முறையில் உருவாவதற்கு உதவி புரிந்து வந்துள்ளனர். பல்கலைக் கழக மைய அலுவலகத்தில் உள்ள பணியாளர்கள் பலரும் இப் பணியில் பெருந்துணையாய் இருந்து வருகிறார்கள் கட்டுரை எழுதியனுப்பிய பிற நிறுவனத் துறை அறிஞர் பலருக்கும் எமது ஆழ்ந்த நன்றி உரியது. பொருள்சுட்டும் கலைச்சொல் அகரவரிசையும் கணிப்பொறியில் உருவாக்கித் தந்த கணிப்பொறித் துறையினருக்கு எமது நன்றி உரியது.

முதல் தொகுதியில் உள்ள பல கட்டுரைகளுக் கான படங்களும், குறிப்புகளும் பல்வேறு நூல் களினின்றும், கலைக் களஞ்சியங்களினிறும் எடுத் தாளப்பட்டுள்ளன. அவற்றை வெளியிட அனுமதி வழங்கியமைக்காக அவற்றின் வெளியீட்டாளர் களுக்கு நன்றி உரியது. இவ்வெளியீட்டாளர்களின் பெயர்களும் நூல்களின் பெயர்களும் அடங்கிய நன்றி அறிவிப்புப் பட்டியல் ஒன்றும் தரப்பட்டுள்ளது.

மேலும் முந்தைய, தற்போதைய பதிப்புக்குழு உறுப்பினர்கள், அலுவலகக் கண்காணிப்பாளர், நூலகர், கட்டுரைகளை நல்ல முறையில் தட்டச்சுக் செய்து உதவுகின்ற தட்டச்சுக் குழுவினர், அடிப் படைப் பணியாளர்கள் அனைவருக்கும் எமது நன்றி. மற்றும் களஞ்சியத்தை அச்சுக் கோத்து உதவிய மீரா அச்சக உரிமையாளருக்கும் ஒளிப்படம் எடுத்துதவிய கணிப்பொறித் துறையைச் சார்ந்த ஒலி, ஒளிப்பிரிவு ஊழியர்களுக்கும், பதிப்புத்துறை துணை இயக்கு நருக்கும் அச்சுத் தொழிலாளர்களுக்கும், படங்களை நன்முறையில் வரைந்து தந்த ஓவியர், திரு. தே. நெடுஞ்செழியனுக்கும் மேலும் எமக்கு நேரடியாகவும், மறைமுகமாகவும் உகவிய பலருக்கும் எம் நன்றி.

தஞ்சாவூர்
20.6.86

பி.எல்.சாமி
முதன்மைப்பதிப்பாசிரியர்

நெறிப்படுத்துங் குழு

காப்பாளர்	:	மாண்புமிகு டாக்டர் எம். ஜி. இராமச்சந்திரன் முதலமைச்சர் தமிழ்நாடு அரசு.
தலைவர்	:	மாண்புமிகு திரு. செ. அரங்கநாயகம் கல்வி அமைச்சர் – இணைவேந்தர் தமிழ்நாடு அரசு.
துணைத் தலைவர்	:	மாண்புமிகு திரு. தொண்டமான் ஊரகம் மற்றும் தொழில் துறை அமைச்சர் இலங்கை.
,,	:	மலேசியாப் பேராளர்
,,	:	சிங்கப்பூர் பேராளர்
,,	:	மோரிசியசு பேராளர்
,,	:	தலைமைச் செயலாளர் புதுச்சேரி அரசு.
,,	:	முதுமுனைவர் வ. அய். சுப்பிரமணியம் துணைவேந்தர் (ஒருங்கிணைப்பாளர்) தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.
உறுப்பினர்	:	திரு. தி. டி. சுந்தரராசு, இ. ஆ. ப. ஆணையர் மற்றும் கல்வி, அறிவியல், தொழில் நுட்பத் துறைச் செயலாளர் தமிழ்நாடு அரசு
,,	:	திரு. சி. இராமச்சந்திரன், இ.ஆ.ப. ஆணையர் மற்றும் நிதித்துறைச் செயலாளர். தமிழ்நாடு அரசு.
சிறப்பு அழைப்பினர்	:	சென்னைவாழ் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக ஆட்சிக்குழு உறுப்பினர் வளர்தமிழ்ப்புலத் தலைவர் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.
		முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (அறிவியல்) களஞ்சிய மையம் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.
		முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (வாழ்வியல்) களஞ்சிய மையம் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.
		முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பெருஞ்சொல் அகராதி) தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.

கருத்தறி குழு

தலைவர்	:	முதுமுனைவர் வ. அய். சுப்பிரமணியம் துணைவேந்தர் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.
உறுப்பினர்கள்	:	திரு. தி. டி. சுந்தரராசு இ. ஆ. ப. ஆணையர் மற்றும் கல்வி, அறிவியல், தொழில் நுட்பத்துறைச் செயலர் சென்னை.
	:	திரு. சி. இராமச்சந்திரன் இ. ஆ. ப., ஆணையர் மற்றும் நிதிச் செயலர் சென்னை.
	:	பேரா. அ. மு. பரமசிவானந்தம் சென்னை.
	:	திரு. சு. செல்லப்பன் தமிழ் வளர்ச்சி இயக்குநர் சென்னை.
	:	திரு. புலமைபித்தன் சென்னை.
	:	முனைவர் ச. வே. சுப்பிரமணியம் இயக்குநர் உலகத் தமிழ் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் சென்னை.
	:	திரு. மா. சண்முகசுப்பிரமணியம் டாக்டர் கு. நம்பியாரூரன் வளர்தமிழ்ப் புலம் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.
	:	திரு. பி. எல். சாமி, இ. ஆ. ப. (ஓய்வு) முதன்மை பதிப்பாசிரியர் (அறிவியல்) களஞ்சிய மையம் தமிழ்கப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.
	:	முனைவர் நா. பாலுசாமி முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (வாழ்வியல்) களஞ்சிய மையம் தஞ்சாவூர்.
	:	திரு. மு. அருணாசலம் முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் பெருஞ்சொல் அகராதி தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்.

பதிப்புக்குழு

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் : திரு. பி. எல். சாமி, இ. ஆ. ப. (ஓய்வு),
அறிவியல் களஞ்சிய மையம்,
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்,
தஞ்சாவூர்–5.

பதிப்பாசிரியர்கள் : பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை,
பொறியியல்.

: திரு. கொண்டல் சு. மகாதேவன்,
இயற்பியல்.

: முனைவர் எ. கோவிந்தராஜுலு.
தாவரவியல்.

: முனைவர் சுப. சண்முகநாதன்,
வேதியியல்.

: திருமதி . பங்கஜம் கணேசன்,
கணிதம், புள்ளியியல், வானியல்.

: திரு. ஆர். கிருஷ்ணமூர்த்தி,
மொழித்திருத்தம்.

செய்தி திரட்டுவோர்கள் : திரு. மா. பூங்குன்றன்,
இயற்பியல்.

: திரு. ம. அ. மோகன்,
கடலியல், கப்பல் கட்டுதல்.

: திருமதி. ஜெயக்கொடி கௌதமன்,
உயிரினம், வேளாண்மை, சூழ்நிலையியல்.

: முனைவர் இரா. முரளி,
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியரின் துறை.

: திரு. பெ. வடிவேல்,
கணிதம், புள்ளியியல், வானியல்.

: பொறிஞர் ஜெ. சுப்பிரமணி
ஆற்றல் அறிவியல்.

: திரு. டி. தெய்வீகன்,
வேதியியல்.

முன்னர்ப் பணியாற்றியோர்

பதிப்பாசிரியர்கள்	:	பொறிஞர் கொடுமுடி ச. சண்முகன், பொதுப்பொறியியல்.
	:	மருத்துவர் சாமி சண்முகம், பொது மருத்துவம்.
	:	பேரா. எஸ். கமலநாதன், தாவரவியல். வேளாண்மையியல்.
	:	மருத்துவர் நா. சீனிவாசன், அறுவை மருத்துவம்.
	:	முனைவர் டி. ஸ்ரீராமமராவ். வேதியியல்.
	:	முனைவர் ஒலிவியா ஃ பெர்னாண்டோ, கடலியல், கப்பல் கட்டுதல்.
	:	முனைவர் பி. கோவிந்தன். கடலியல். கப்பல் கட்டுதல்.
செய்தி திரட்டுவோர்கள்	:	மருத்துவர் விஸ்வ. சிவசுப்பிரமணியம், பொது மருத்துவம்
	:	திரு ப. இராமலிங்கம். வேதியியல்.
	:	மருத்துவர் வெ. துரைசாமி. கால்நடை மருத்துவம்.
	:	மருத்துவர் இளங்கோ, பொது மருத்துவம்.

வல்லுனர் குழு

பொதுப் பொறியியல்

முனைவர் அ. இளங்கோவன்
இணைப் பேராசிரியர்
பொதுப் பொறியியல்
கட்டுமானப் பொறியியல் துறை
கிண்டிப் பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை–600 025.

பொறிஞர் கொடுமுடி ச. சண்முகம்
கோட்டப் பொறியாளர்
பொதுப் பணித்துறை
சேலம்.

முனைவர் எம்.எஸ். செகதீசன்
நில இயல் துறை
கிண்டிப் பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை–600 025.

பேரா. எஸ். பூமிநாதன்
மண் விசையியல் துறை
கிண்டிப் பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை–600 025.

மின் பொறியியல்

திரு எஸ். கிருஷ்ணராஜ்
இயக்குநர் (ஆராய்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சி)
தமிழ்நாடு மின்வாரியம்
3–வது மாடி
கே. ஆர். ஆர். மாளிகை, மின்வளாகம்
800, அண்ணா சாலை
சென்னை–600 002.

திரு கு. நல்லதம்பி
இணைப் பேராசிரியர்
மின் பொறியியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்–636 011.

முனைவர் பா. மாரிமுத்து
பேராசிரியர்
மின் பொறியியல் துறை
கோயம்புத்தூர் தொழில் நுட்பக் கழகம்
கோயம்புத்தூர்–641 014.

எந்திரப் பொறியியல்

முனைவர் ஜி. இராமய்யன்
பேராசிரியர்
எந்திரப் பொறியியல் துறை
கிண்டிப் பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை–600 025.

திரு தமிழ நம்பி
தொலைத் தொடர்புத் துறை
ஒன்றச்சு நிலையம்
விழுப்புரம்–605 602.

திரு ப.அர. நக்கீரன்
விரிவுரையாளர்
உற்பத்தியில் துறை
சென்னைத் தொழில் நுட்பக் கல்லூரி
குரோம்பேட்டை
சென்னை–600 044.

வேதிப்பொறியியல், நெசவுப்பொறியியல்

திரு பா. கந்தசாமி
இணை விரிவுரையாளர்,
எந்திரப் பொறியியல் துறை
ச.வே. பாலிடெக்னிக்
விருதுநகர்–626 001.

முனைவர் த.வி. சுப்பிரமணியன்
வேதியியல் பொறியியல் துறை
அழகப்பர் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை–600 025.

இயற்பியல்

திரு மு. கலியபெருமாள்
பேராசிரியர்
உ.நா.அரசு கல்லூரி
பொன்னேரி.

திரு வி. கோவிந்தராசன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசு கல்லூரி
தஞ்சாவூர்–613 005.

திரு ச. சம்பத்து
இணைப் பேராசிரியர்
மண்டலப் பொறியியல் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 015.

திரு நா. நாகரத்தினம்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
ஏ.எம். ஜெயின் கல்லூரி
மீனம்பாக்கம்
சென்னை-600 061.

முனைவர் மெ. மெய்யப்பன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசு கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613 005.

கடலியல், கப்பல் கட்டுதல்

முனைவர் சி. அந்தோனி பெர்னான்டோ
இணைப் பேராசிரியர்
கடலுயிரியல் நிலையம்
பறங்கிப்பேட்டை-608 502.

முனைவர் க. இராசகோபாலன்
இணைப் பேராசிரியர்
கடல் பொறியியல் துறை
இந்திய தொழில் நுட்பக் கழகம்
சென்னை-600 036.

முனைவர் வி. சுந்தரராஜ்
இணைப் பேராசிரியர்
மீன் வளக் கல்லூரி
தூத்துக்குடி-628 008.

முனைவர் கு. ஜெகதீசன்
முதல்வர் (பொறுப்பு)
மீன் வளக் கல்லூரி
தூத்துக்குடி-628 008.

முனைவர் அழ. பால்பாண்டியன்
இணைப் பேராசிரியர்
கடலுயிரியல் நிலையம்
பறங்கிப்பேட்டை-608 502.

முனைவர் க.சி. விஜயலட்சுமி
இணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
பராசக்தி மகளிர் கல்லூரி
குற்றாலம்-627 802.

உயிரியல், தாவரவியல், வேளாண்மையியல்

திருமதி அன்னா பாஸ்கர் ராவ்
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
இராணிமேரி கல்லூரி
சென்னை-600 004.

முனைவர் அருணா இராசகோபாலன்
பேராசிரியை
உழவியல் துறை
வேளாண்மைக் கல்லூரி ஆய்வு மையம்
மதுரை.

திரு எஸ். கமலநாதன்
பேராசிரியர் (ஓய்வு)
வேளாண்மைத் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம்
கோயம்புத்தூர்-641 003.

திரு எஸ். பாலகதிரேசன்
இணைப் பேராசிரியர்
வனஇயல் துறை
தோட்டக்கலைக் கல்லூரி
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம்
கோயம்புத்தூர்-641 003.

முனைவர் கே. பெரியசாமி
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக் கழகம்
திருச்சிராப்பள்ளி-620 023.

பேரா. கே. எம். மாத்யூ
ராப்பினோ ஹெர்பேரியம்
தூய வளனார் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 002.

முனைவர் கே. கே. லக்ஷ்மணன்
துறைத் தலைவர்
தாவரவியல் துறை
பாரதியார் பல்கலைக் கழகம்
கோயம்புத்தூர்.

முனைவர் டி. லலிதகுமாரி
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
தாவரவியல் உயர் ஆய்வு மையம்
சென்னை பல்கலைக் கழகம்
சென்னை 600 005.

உயிரியல், விலங்கியல், சூழலியல்

முனைவர் திருமதி ஆனந்தவல்லி மகாதேவன்
விரிவுரையாளர்
சூழ்நிலையியல் துறை
மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம்
மதுரை.

திரு. கோவி. இராமசுவாமி
இணைப்பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அ.வ.அ. கல்லூரி
மன்னம் பந்தல்-609 305.

முனைவர் வி. எஸ். இராமசுவாமி
துறைத் தலைவர்
விலங்கியல் துறை
பூ. சா. கோ. கலை அறிவியல் கல்லூரி
கோவை.

முனைவர் ந. கோ. இராமையா
பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
யாதவர் கல்லூரி
மதுரை-625 014.

முனைவர் மு. இராஜேந்திரன்
துறைத் தலைவர்
அரசு கலைக் கல்லூரி
தர்மபுரி-636 705.

முனைவர் திருமதி வி. அ. சத்தியப்பிரேமா
பேராசிரியை
விலங்கியல் துறை
மாநிலக் கல்லூரி
சென்னை.

பொது மருத்துவ இயல்

டாக்டர் சி. இராமகிருஷ்ணன
துறைத் தலைவர்
உயிர் வேதியியல் துறை
"ஜிப்மெர்"
புதுச்சேரி 6.

டாக்டர் திருமதி இராஜராஜேஸ்வரி
வி.என்.எஸ். நகர்
அருளானந்த நகர்
தஞ்சாவூர் 613 007.

டாக்டர் இராஜலட்சுமி ராதாகிருஷ்ணன்
இணைப் பேராசிரியர்
நோய் ஆராய்ச்சித் துறை
கீழ்ப்பாக்கம் மருத்துவக் கல்லூரி
கீழ்ப்பாக்கம் - 600 010.

டாக்டர் கோ. கணபதி
மருத்துவ வல்லுநர்
தலைமை அரசு மருத்துவமனை
திருச்சிராப்பள்ளி.

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
துணை இயக்குனர் (ஓய்வு)
மருத்துவக் கல்வி இயக்குநரகம்
சென்னை.

டாக்டர் அ. ஜெகதீசன்
துணைப் பேராசிரியர்
குழந்தை நலத் துறை
இராசா மிராசுதார் மருத்துவமனை
தஞ்சாவூர்.

டாக்டர் ஆர். தனஞ்செயன்
ஐ.பி.எம்.எஸ்
தரமணி
சென்னை - 600 113.

டாக்டர் கே. நடராசன்
துறைத் தலைவர் (ஓய்வு)
ஸ்டான்லி மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

டாக்டர் ஏ. எஸ். பத்மநாபன்
பேராசிரியர்
குழந்தை நலத் துறை
தஞ்சை மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

டாக்டர் விசாலாட்சி நெடுஞ்செழியன்
எழில் நகர்
கிரீன்வேஸ் சாலை
சென்னை 600 028

டாக்டர் சு. உ. வேல்முருகேந்திரன்
பேராசிரியர்
நரம்புத் தளர்ச்சித் துறை
ஸ்டான்லி அரசு மருத்துவமனை
சென்னை - 600 001.

அறுவை மருத்துவ இயல்

டாக்டர் எஸ். ஆறுமுகம்
முதல்வர்
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

டாக்டர் இ.டி. செல்வம்
கண்காணிப்பாளர் (ஓய்வு)
அரசு கண் மருத்துவமனை
சென்னை.

டாக்டர் ஆர். நடராசன்
19, முதல் குறுக்குத் தெரு
டிரஸ்ட்புரம்
கோடம்பாக்கம்
சென்னை – 600 024.

டாக்டர் எஸ். நரேந்திரன்
62–பி, கீழராஜ வீதி,
தஞ்சாவூர் – 613 001.

டாக்டர் பெ. புஷ்பராஜன்
இணைப் பேராசிரியர்
பல் மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை – 690 003.

டாகடர் கா. லோகமுத்து கிருட்டிணன்
பேராசிரியர்
நரம்பியல் துறை
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

டாக்டர் இரா. வேங்கடசாமி
துறைத் தலைவர்
அறுவை மருத்துவத் துறை
ஸ்டான்லி மருத்துவ மனை
சென்னை – 600 001.

கால்நடை மருத்துவ இயல்

டாக்டர் சண்முகசுந்தரம்
பேராசிரியர்
கால்நடை உற்பத்தி மற்றும் வேளாண்மைத் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை – 600 007.

டாகடர் நாகராஜன்
இணை இயக்குநர்
ஈச்சங்கோட்டை கால்நடைப் பண்ணை
ஈச்சங்கோட்டை.

டாக்டர் எம். மாரிமுத்து
இணைப் பேராசிரியர்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம்
அருப்புக்கோட்டை.

கணிதம், புள்ளியல், வானியல்

திருமதி இலக்குமி துரைபாண்டியன்
பேராசிரியர்
கணிதத் துறை
இராணிமேரி கல்லூரி
சென்னை – 600 004.

முனைவர் கிப்ட் சிராமணி
பேராசிரியர்
புள்ளியல் துறை
சென்னை கிறித்தவக் கல்லூரி
தாம்பரம்
சென்னை – 600 056

முனைவர் இ. சங்கரசுப்பிரமணியம்
பேராசிரியர்
கணிதத் துறை
ஏ.எம். ஜெயின கல்லூரி
சென்னை – 600 061.

திரு. கோ. சண்முகசுந்தரம்
முதல்வர்
கணிதப் பேராசிரியர்
ஜி.டி.என். கலைக் கல்லூரி
திண்டுக்கல் – 624 004.

திரு சு. சூரியநாராயணன்
ஸ்ரீபரம கல்யாணி கல்லூரி
ஆழ்வார்க்குறிச்சி – 627 412.

திரு ஜி. ஸ்டீபன் வின்சென்ட்
பேராசிரியர்
புள்ளியல் துறை
தூய வளனார் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி – 2.

முனைவர் டி.எம். துரைராஜன்
பேராசிரியர்
புள்ளியல் துறை
லயோலா கல்லூரி
சென்னை – 600 034.

முனைவர் கே. நந்தி
பேராசிரியர்
புள்ளியியல் துறை
மாநிலக் கல்லூரி
சென்னை – 600 005

திரு து. பாஸ்கரன்
பேராசிரியர்
கணிதத் துறை
வி.இ.நா. செந்தில்குமார் நாடார் கல்லூரி
விருதுநகர் – 626 001.

திரு ப. பாண்டியராஜா
பேராசிரியர்
கணிதத் துறை
அமெரிக்கன் கல்லூரி
மதுரை – 2.

திரு ஆர். மலைசாமி
பேராசிரியர்
கணிதத் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி
சென்னை – 600 030.

திரு தி. வீரராஜன்
துறைத் தலைவர்
கணிதத் துறை
அ.செ. பொறியியல் கல்லூரி
காரைக்குடி – 623 004.

ஆற்றல் அறிவியல்

திரு அரு. இராமநாதன்
இணைப் பேராசிரியர்
எந்திரப் பொறியியல்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகம்
அண்ணாமலை நகர் – 608 002.

வேதியியல்

பேரா. சி. அகோரம்
துறைத் தலைவர்
வேதியியல் துறை
எஸ்.ஐ.வி.ஈ.டீ. கல்லூரி
கௌரிவாக்கம்
சென்னை – 600 302.

திரு டி. இளம்பூரணன்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
ஆடவர் அரசுக் கல்லூரி
கும்பகோணம் – 612 001.

பேரா. கி. கண்ணபிரான்
முதல்வர் (ஓய்வு)
5, தாமுநகர்
கோயம்புத்தூர் – 641 045.

முனைவர் எம். கிருஷ்ணப்பிள்ளை
துறைத் தலைவர்
வேதியியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக் கழகம்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 023.

முனைவர் எச். கோதண்டராமன்
துறைத் தலைவர்
பல்லுறுப்பியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக் கழகம்
கிண்டி வளாகம்
சென்னை – 600 025.

முனைவர் எஸ். கோபாலன்
பேராசிரியர்
வேதியியல்துறை
லயோலாக் கல்லூரி
சென்னை – 600 034.

முனைவர் சுப. சண்முகநாதன்
பதிவாளர் (பொறுப்பு)
சென்னை பல்கலைக் கழகம்
சென்னை – 600 005.

முனைவர் எஸ். சிவசுப்பிரமணியன்
விரிவுரையாளர்
வேதியியல் துறை
மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம்
மதுரை – 625 021.

முனைவர் சி. சீனிவாசன்
பேராசிரியர்
இயற்பு வேதியியல் துறை
மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம்
மதுரை - 625 021.

முனைவர் எஸ். பி. சீனிவாசன்
துறைத் தலைவர்
வேதியியல் துறை
ஏ.எம். ஜெயின் கல்லூரி
மீனம்பாக்கம்
சென்னை – 600 630

முனைவர் வி. துரை
இணைப் பேராசிரியர்
கனிம வேதியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக் கழகம்
சென்னை – 600 030

முனைவர் பி. நடராஜன்
துறைத் தலைவர்
கனிம வேதியியல்துறை
சென்னை பல்கலைக் கழகம்
சென்னை -- 600 025.

பேரா. ருத்ரா துளசிதாஸ்
29. பி, முத்துசாமி நகர்
சிவகங்கை – 623 560

முனைவர் எஸ். விவேகானந்தன்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி
சென்னை - 600 030.

கட்டுரையாளர்கள்

அ.ஆ.

திரு அ. ஆசப் அலி
பேராசிரியர்
இயற்பியல்துறை
அரசினர் திருமகள் கலைக்கல்லூரி
குடியேற்றம்.

அ.க.

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
24, கோயில் தெரு
அழகப்பர் நகர்
சென்னை.

அ.ப.

முனைவர் அ. பசுபதி
பேராசிரியர்.
விலங்கியல்துறை
டாக்டர் எஸ்ஆர்.கே. அரசு கலைக் கல்லூரி
ஏனாம்.

அ.பா.

டாக்டர் அ. பார்த்தசாரதி
அண்ணா நகர்
சென்னை.

அ.பெ.

முனைவர் அ. பெரியசாமி
இயற்பியல் துறை
கிண்டிப் பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை.

அ.ரா.

டாக்டர் அலமேலு ராமசாமி
துணைப் பேராசிரியர்
ஸ்டான்லி மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

அ.ஷே.

திரு அ. ஷேக் தாவுத்
துணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அரசு கலைக் கல்லூரி
கோவை.

அ.ஜெ.

திரு அ. ஜெயபால்
உதவி செயற்பொறியாளர்
பொதுப் பணித் துறை
தலைமைப் பொறியாளர் (பாசனம்) அலுவலகம்
சென்னை – 5.

ஆ.பொ.

திரு ஆ. பொன்னுசாமி
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
அரசு கலைக் கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி.

ஆ.மா.ச.

திரு ஆ.மா. சகதீசன்
கோட்டப் பொறியாளர்
தென்னக ரயில்வே
பெங்களூர் பெருநகர்.

ஆ.மோ.

திரு ஆ. மோகனகிருஷ்ணன்
தலைமைப் பொறியாளர்
பொதுப்பணித் துறை
சென்னை – 5.

ஆர்.இரா.

முனைவர் ஆர். இராமசாமி
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
பூ.சா.கோ. கலைக் கல்லூரி
கோவை.

ஆர்.இல.

திரு ஆர் இலக்குமணன்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
99, இராசஇராச சோழன் நகர்
சீனிவாசபுரம்
தஞ்சாவூர்.

ஆர்.கி.

முனைவர் ஆர். கிருஷ்ணன்
21, 3-ஆம் குறுக்குத் தெரு
தமிழ்நாடு வீட்டு வசதி வாரியக் குடியிருப்பு
வியாசர்பாடி
சென்னை.

அ.க.1-இ.அ

ஆர்.கே.

திரு ஆர். கேசவமூர்த்தி
பொருள்சார் அறிவியல் ஆய்வகம்
அணுஉலை ஆய்வு மையம்
கல்பாக்கம் - 603 102.

ஆர்.த.

முனைவர் ஆர். தனஞ்செயன்
உயர்நிலை விரிவுரையாளர்
மருந்தியல் துறை
ஐ.பி.எம்.எஸ்
தரமணி
சென்னை.

ஆர்.ந.

டாக்டர் ஆர். நடராசன்
பேராசிரியர்
பெர்ணார்டு கதிரியக்க நிலையம்
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

ஆர்.நடே.

முனைவர் ஆர். நடேசன்
துறைத் தலைவர்
வேதியியல் துறை
அரசு தொழில் நுட்பக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்.

ஆர்.வி.

டாக்டர் ஆர். விஜயா
பேராசிரியர்
மகப்பேறு இயல்
தஞ்சாவூர் மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

ஆர்.ஜெ.

திரு ஆர். ஜெயக்குமார்
துணைப்பேராசிரியர்
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

இ.சா.

திரு இளங்கோ சாம்பசிவம்
கருவியாக்கத் திட்டம்
அணுஉலை ஆய்வு மையம்
கல்பாக்கம்

இ.ம.

டாக்டர் இ. மரகதமணி
2429 சிபூக்கார வஸ்தாச் சாலை
தஞ்சாவூர்.

இரா.அ.

திருமதி அலர்மேலு இராமகிருஷ்ணன்
பேராசிரியர்
காயிதே மில்லத் மகளிர் கலைக் கல்லூரி
சென்னை.

இரா.இரா.

முனைவர் இரா. இராமன்
எந்திரப்பொறியியல் துறை
இந்தியத் தொழில் நுட்பக் கழகம்
சென்னன.

இரா.க.

டாக்டர் இரா. கதிர்வேல்
பேராசிரியர்
உணவியல் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

இரா.சே.

திரு இரா. சேகரன்
துணைப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
1086, காக்கா வட்டாரம்
தஞ்சாவூர்.

இரா.நா.

திரு இரா. நாகமாணிக்கம்
செயற் பொறியாளர்
பொதுப் பணித் துறை
விழுப்புரம்.

இரா.ப.

திரு இரா. பழனிச்சாமி
உதவிப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை.
யாதவர் கல்லூரி
மதுரை.

இரா.வி.

முனைவர் இரா. விஜயராகவன்
டாட்டா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிலையம்
ஹோமி பாபா சாலை
பம்பாய்.

இரா.வே.

டாக்டர் இரா. வேங்கடசாமி
பேராசிரியர்
ஒட்டு அறுவை சிகிச்சைத் துறை
ஸ்டன்லி மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

இல.து.
திருமதி இலக்குமி துரைபாண்டியன்
31, 5-ஆம் டிரஸ்ட் குறுக்குத்தெரு
சென்னை.

உ.அ.
திரு உ. அஞ்சனம் அழகிய பிள்ளை
இணைப் பேராசிரியர்,
தோட்டக் கலை
வட்டார வேளாண்மை ஆராய்ச்சி நிலையம்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
அருப்புக்கோட்டை

உ.க.
முனைவர் உ. கருப்பண்ணன்
துணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அரசு கலைக் கல்லூரி
கோவை.

எம்.உ.
திரு எம். உத்தமன்
விலங்கியல் துறை
அமெரிக்கன் கல்லூரி
மதுரை.

எம்.எல்.லீ.
செல்வி எம்.எல்.லீலா
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
வடசென்னை அரசு மகளிர் கலைக் கல்லூரி
சென்னை.

எம்.சி.இ.
டாக்டர் எம்.சி. இராசமாணிக்கம்
54, பிரஃப் ரோடு
ஈரோடு.

எம்.மு.
முனைவர் எம். முத்து
பேராசிரியர்
உடற்கூற்றியல்
மதுரை மருத்துவக் கல்லூரி
மதுரை.

எல்.இரா.
திரு எல. இராஜகோபாலன்
கல்லூரி முதல்வர் (ஓய்வு)
12, பெசன்ட் ரோடு
கும்பகோணம்.

எல்.க.
முனைவர் எல். கண்ணன்
உயர்நிலை விரிவுரையாளர்
கடல் உயிரியல் நிலையம்
பறங்கிப்பேட்டை.

என்.வி.க.
முனைவர் என்.வி. கருப்பண்ணன்
பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அரசு கலைக் கல்லூரி
கோவை.

எஸ்.இ.
திரு எஸ். இலட்சுமிகாந்தன்
விரிவுரையாளர்
இயற்பியல் துறை
பூ.சா.கோ. தொழில் நுட்பக் கல்லூரி
கோவை.

எஸ்.இரா.
திரு எஸ். இராமதுரை
இயற்பியல் துறை
இந்திய அறிவியல் கழகம்
பெங்களூர்.

எஸ்.இல.
முனைவர் எஸ். இலட்சுமணன்
உதவிப் பேராசிரியர், உடற் கூற்றியல் துறை
'ஜிப்மெர்'
பாண்டிச்சேரி.

எஸ்.எஸ்.நா
முனைவர் எஸ்.எஸ். நாராயணசாமி
பேராசிரியர்
புள்ளியியல் துறை
மாநிலக் கல்லூரி
சென்னை.

எஸ்.சீ.
திரு எஸ். சீனிவாசன்
அறிவியல் அதிகாரி
அணுஉலை ஆய்வு மையம்
கல்பாக்கம் - 603 102.

எஸ்.சு.
முனைவர் எஸ். சுப்பிரமணியன்
பேராசிரியர்
புவியமைப்பியல் துறை
மாநிலக் கல்லூரி
சென்னை.

எஸ்.சு.ம.

டாக்டர் எஸ். சுப்பிரமணியம்
பேராசிரியர்,
நுண்ணுயிரியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
தரமணி.

எஸ்.த.

முனைவர் எஸ். தங்கவேலு
பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
ஜமால் முகமது கல்லூரி
திருச்சி.

எஸ்.நா.

முனைவர் எஸ். நாகராஜன்
உயர்நிலை விரிவுரையாளர்
வேதியியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சி.

எஸ்.மு.

திரு எஸ். முத்துசுவாமி
முதல்வர்
தோட்டக் கலைத்துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோவை.

எஸ்.லெ.

டாக்டர் எஸ். லெட்சுமணன்
உதவிப் பேராசிரியர்
உடற்கூற்றியல் துறை
'ஜிப்மெர்'
பாண்டிச்சேரி.

எஸ்.வி.

முனைவர் எஸ். விவேகானந்தன்
2/3 வெங்கடபுரம்
தாலுக்கா ஆபிஸ் ரோடு
சைதாப்பேட்டை
சென்னை.

ஏ.எஸ்.கு.

திரு ஏ. எஸ். குமாரசாமி
பேராசிரியர்
கணிதவியல் துறை
20, சுந்தரராஜன் தெரு
அபிராமபுரம்
சென்னை.

ஏ.கி.

டாக்டர் ஏ. கிருஷ்ணமூர்த்தி
பேராசிரியர்
உடற்கூற்றியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
தரமணி.

ஏ.ந.

முனைவர் ஏ. நடராஜன்
உயர்நிலை விரிவுரையாளர்
இயற்பியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சி.

க.அர.ப.

முனைவர் க.அர. பழனிச்சாமி
விரிவுரையாளர்
மின்துகளியல் மற்றும் தொலைத் தொடர்பியல்
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி
கோவை.

க.இரா.

திரு க. இராஜசேகரன்
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
அரசினர் கலைக் கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி.

க.இரா.பா.

க.இரா. பாலசுப்பிரமணியன்
அணு உலை ஆய்வு மையம்
கல்ப்பாக்கம் – 603 102

க.ச.

டாக்டர் க. சரஸ்வதி
டீன்
தஞ்சாவூர் மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

க.தி.

டாக்டர் க. திருநாவுக்கரசு
பேராசிரியர்
நுண்ணுயிரியல்
தஞ்சாவூர் மருத்துவக் கல்லூரி,

க.ரா.

டாக்டர் க. ராமலிங்கம்
துணைப் பேராசிரியர்
கால்நடை உற்பத்தி மற்றும் வேளாண்மைத் துறை
சென்னை.

கா.வே.சு.

திரு கா.வே. சுப்பிரமணியன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
அ.வ.அ. கல்லூரி
மன்னம்பந்தல்
மயிலாடுதுறை.

கி.ம.

திரு கி. மகிபதி
பேராசிரியர்
விலங்கியல்
பெரியார் ஈ.வெ.ரா. கல்லூரி
திருச்சி.

கு.மு.

திரு கு. முருகேசன்
முதுநிலை ஆசிரியர்
இயற்பியல் துறை
அரசு மேல்நிலைப்பள்ளி
திருத்துறைப்பூண்டி
தஞ்சாவூர் மாவட்டம்.

கே.எஸ்.வா.

முனைவர் கே.எஸ். வாசுதேவன்
10/6 வீட்டுவசதி வாரியக் குடியிருப்பு
டாக்டர் மூர்த்தி சாலை,
கும்பகோணம்.

கே.க.

முனைவர் கே. கருணாகரன்,
பூ.சா.கோ. கலைக் கல்லூரி
கோவை.

கே.செ.

டாக்டர் கே. செல்லப்பா
துணைப் பேராசிரியர்
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

கே.டி.சா.

திரு கே.டி. சாரி
தலைவர்
அச்சியல் ஆராய்ச்சி வளர்ச்சிக் கழகம்
சென்னை.

கே.ந.

டாக்டர் கே. நடராஜன்
55/4-வது அவென்யூ
அசோக் நகர்
சென்னை.

கே.பி.

முனைவர் கே. பிரேமா
பேராசிரியர்
சீதாலட்சுமி இராமசுவாமி கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி.

கோ.அ.

முனைவர் கோ. அழகர் இராமானுஜம்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
ந.க.ம. கல்லூரி
பொள்ளாச்சி.

கோ.ச.

திரு கோ. சண்முகசுந்தரம்
முதல்வர்
ஜி.டி.என். கலைக்கல்லூரி
திண்டுக்கல்.

ச.ச.

திரு ச. சம்பத்து
துணைப் பேராசிரியர்
மண்டலப் பொறியியல் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி.

ச.சதா.

முனைவர் ச. சதாசிவம்
துறைத் தலைவர்
உயிர் வேதியியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோவை.

சா.க.

டாக்டர் சாரதா கதிரேசன்
இயக்குநர்
பேராசிரியர்
உடற்கூறு நிலையம்
சென்னை.

சா.கா.

டாக்டர் சாமிநாதன் காசிநாதன்
விரிவுரையாளர்
உயிரியல்
'ஜிப்மெர்'
பாண்டிச்சேரி.

சா.மீ.சு..

டாக்டர் சா. மீனாட்சி சுந்தரம்
உதவி மருத்துவக் கல்வி இயக்குநர்
சென்னை. - 5.

சா.ர.

திருமதி சாரா ரஹீம்
துணைப் பேராசிரியை
விலங்கியல்
97, திருவள்ளுவர் சாலை
தேனாம்பேட்டை
சென்னை.

சி.இ.

முனைவர் சி. இராமகிருஷ்ணன்
பேராசிரியர்
உயிர் வேதியியல் துறை
'ஜிப்மெர்'
பாண்டிச்சேரி.

சி.எஸ்.ரா.

திரு சி.எஸ் இராஜதினகர்
விரிவுரையாளர்
இயற்பியல் துறை
பூ.சா.கோ. பொறியியல் கல்லூரி
கோவை.

சி.சு.

முனைவர் சி. சுப்பிரமணியன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
உ.நா. அரசு கலைக் கல்லூரி
பொன்னேரி.

சி.லெ.

முனைவர் சி. லெட்சுமிநரசிம்மன்
தாவரவியல் துறை
புஷ்பம் கல்லூரி
பூண்டி.

சீ.இரா.

திரு சீ. இராசேந்திரன்
இணை விரிவுரையாளர்
149, உள் தெரு
விருதுநகர்.

சீ.க.

திரு சீ. கண்ணன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
பெரியார் கலைக் கல்லூரி
கடலூர்.

சீ.ரா.

திரு சீ. ராஜன்
உதவிப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

சு.அ.

திரு சு. அப்பாதுரை
துணைப் பேராசிரியர்
பிஷப் உறீபர் கல்லூரி
திருச்சி.

சு.து.

டாக்டர் திருமதி சுயம்ஜோதி துரைராஜ்
துணைப் பேராசிரியர்
உடற்கூற்றியல் துறை
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

சு.ந.

டாக்டர் சு. நரேந்திரன்
தஞ்சாவூர் மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

சு.மு.

திரு நெல்லை சு. முத்து
அறிவியலார்
ஏவூர்தி உந்து எரிபொருள் நிலையம்
இந்திய வானவெளி ஆய்வுக் கூடம்
தும்பா
திருவனந்தபுரம்.

செ.வை.சா.

முனைவர் செ.வை. சாம்பசிவம்
இணைப் பேராசிரியர்
எந்திரப் பொறியியல்
அரசு பொறியியற் கல்லூரி
சேலம்.

சே.பி.

டாக்டர் சே. பிரேமா
இணைப் பேராசிரியர்
சித்த மருத்துவத் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்.

ஞா.இ.

டாக்டர் ஞா. இராசராஜேஸ்வரி
15—16, வி.என்.எஸ்.தோட்டம்
அருளானந்த நகர்,
தஞ்சாவூர்.

டி.எஸ்.ரெ.

முனைவர் டி.எஸ். ரெங்கநாதன்
பேராசிரியர், உடற்கூற்றியல் துறை
ஸ்டான்லி மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

டி.கா.

டாக்டர் டி. காமாட்சி
உயிர் வேதியியல் முனைவர் ஆய்வாளர்
அடிப்படை மருத்துவ-பட்ட முதுநிலை ஆய்வு மையம்
சென்னைப் பல்கலைக் கழகம்
சென்னை.

டி.வி.கி.

திரு டி.வி. கிருட்டிணமூர்த்தி
10 பி. தண்டபானி தெரு
தி.நகர்
சென்னை.

டி.ஜெ

டாக்டர் டி. ஜெயராம கிருஷ்ணன்
மனநல மருத்துவமனை
சென்னை.

த.க.

திரு த. கமலக்கண்ணன்
துணை இயக்குனர் (ஓய்வு)
கல்லூரிக் கல்வி
9, 4வது தெரு
கோபாலபுரம்
சென்னை.

த.சி.

டாக்டர் தமிழரசி சின்னசாமி
17. அன்னையகம்
நண்பர் நகர்,
சாவடி, கடலூர்.

த.ந.

திரு தமிழ் தம்பி
இளநிலைப் பொறியாளர்,
தொலைத்தொடர்புத் துறை
ஒன்றச்சு நிலையம்
விழுப்புரம்.

த.மு.

திரு த. முருகையன்
28, ஐந்தாம் வீதி
ஸ்ரீராம் நகர்
தஞ்சாவூர்.

தி.ரா.ந.

திரு தி. ரா. நமச்சிவாயம்
தொழிலக மேலாளர்
பி.எஸ்.ஜி. பாலிடெக்னிக்
பீளமேடு
கோயம்புத்தூர்.

தீ.க.ச.

முனைவர் தீ.க. சந்திரவடிவேலு
மின்துகளியல் துறை
இணைப் பேராசிரியர்,
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி
கோவை.

து.பா.

திரு து. பாஸ்கரன்
பேராசிரியர்
வி.ஹெச். என்.எஸ்.என். கல்லூரி
விருதுநகர்.

து.வே.

திரு து. வேதநாயகம்
துணைப் பேராசிரியர்
உடற்கூற்றியல் துறை
தஞ்சாவூர் மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

தேவ.ஜெ.

திரு தேவ. ஜெயராமன்
துணைப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
உ.நா. அரசு கலைக் கல்லூரி
பொன்னேரி.

தை.ம.

முனைவர் தை. மகாலிங்கம்
துணைப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
ஸ்ரீ இராமகிருஷ்ணமிஷன் வித்யாலயாகலைக்கல்லூரி
கோவை.

ந.இ.

முனைவர் ந. இராமன்
19, ருக்மணி தெரு
சென்னை.

ந.கி.

டாக்டர். ந. கிருஷ்ணமூர்த்தி
14, ஆனந்தம் காலனி
மந்தைவெளிப் பாக்கம்
சென்னை.

ந.கி.சு.

செல்வி ந.கி. சுலோசனா
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
ஸ்ரீசாரதா கல்லூரி
சேலம்.

ந.சி.

திரு ந. சிங்காரவேலு
பேராசிரியர்
புள்ளியியல் துறை
அரசினர் கலைக் கல்லூரி
கோவை.

ந.சு.

திரு ந. சுப்பிரமணியன்
உதவிப் பொறியாளர்
திருவண்ணாமலை மின்னமைப்பு.
தண்டராம்பட்டு

ந.மா.

டாக்டர் ந. மாரிமுத்து
இணைப் பேராசிரியர்
மண்டல ஆய்வு நிலையம்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம்
அருப்புக்கோட்டை.

நா.த.

திரு நா. தங்கவேலு
இயற்பியல் துறை
பூ.சா.கோ. கலைக் கல்லூரி
கோவை.

ப.அர.ந.

திரு.பஅர. நக்கீரன்
விரிவுரையாளர்
உற்பத்தியியல் துறை
சென்னை தொழில்நுட்பக் கழகம்
சென்னை.

ப.ம.

டாக்டர் ப. மகாலிங்கம்
பேராசிரியர்,
கால்நடை நோய்த்தடுப்பு ஆய்வுத்துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

பழ.பா

டாக்டர் பழ. பாலகிருஷ்ணன்
அசிஸ்டெண்ட் சர்ஜன்
அரசினர் மருத்துவமனை
திருச்செங்கோடு.

பா.இ.

டாக்டர் பா. இளங்கோவன்
4, அளகேசன் தெரு
சென்னை.

பா.சீ.

திரு பா. சீத்தாராமன்
பேராசிரியர்
உயிரியல் துறை
திரு கொளஞ்சியப்பர் கலைக் கல்லூரி
விருத்தாசலம்.

பா.பா.

திரு பா. பாலகிருஷ்ணன்
கணிதப் பேராசிரியர்
காமராஜர் கல்லூரி
தூத்துக்குடி.

பி.எஸ்.எம்.க.

முனைவர் பி.எஸ்.எம். கண்ணன்
1296, தெற்கு வீதி
தஞ்சாவூர்.

பி.கு.

திரு பி. குப்புசாமி
பொருள்சார் வளர்ச்சி ஆய்வகம்
ஈனுலை ஆய்வுமையம்
கல்பாக்கம்.

பி.ம.

திரு பி. மனோகர்
இயற்பியல் உதவி ஆசிரியர்
அ.செ. தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை.

பி.மா.
முனைவர் பி. மாரிமுத்து
பேராசிரியர்
மின்பொறியல் துறை
கோவை பொறியியற் கல்லூரி
கோவை.

பி.வெ.
முனைவர் பி. வெங்கடரமணி
பாபா அணுஉலை ஆய்வுமையம்
13-ஏ, எவரெஸ்ட்
அணுசக்தி நகர்
பம்பாய்.

பி.ஜெ.
திரு பி. ஜெயச்சந்திரன்
அரசு மனநலக் காப்பகம்
சென்னை.

பு.க.மு.
முனைவர் பு.க. முருகன்
பாரதி இல்லம்
காளையனூர்
தடாகம் அஞ்சல்
கோவை.

பெ.கா.
முனைவர் பெ. காளியண்ணன்
21, எல்.அய்.சி. காலனி
வீட்டு வசதி வாரியம்
கிருஷ்ணகிரி.

பொ.ப.
திரு பொன். பழனிசாமி
முதுநிலை மொழியாசிரியர்
87, தங்க செங்கோடன் தெரு
அம்மாப்பேட்டை.

பொ.ரி.
டாக்டர் பொ. ரிச்சர்டு மாசிலாமணி
பேராசிரியர்
நுண்ணுயிரியல் துறை
செ.கா.ம. கல்லூரி
சென்னை.

ம.சு.
திரு ம. சுப்பிரமணியன்
துணைப் பேராசிரியர்
சிகிச்சைத் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

மா.தெ.
திரு மா. தென்னவன்
உதவிக்கோட்டப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின் வாரியம்
சேத்தியாத் தோப்பு.

மி.நோ.
முனைவர் மி. நோயல்
மைய மின் வேதியியல் ஆய்வகம்
காரைக்குடி.

மு.க.
திரு மு. கலியபெருமாள்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
உ.நா. அரசு கலைக் கல்லூரி
பொன்னேரி

மு.தி.
திரு மு. தியாகசுந்தரம்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி
சென்னை.

மு.மோ.
முனைவர் மு. மோகனசுந்தரம்
பேராசிரியர்
பூச்சியியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம்
கோயம்புத்தூர்.

மு.நா.சீ.
திரு மு.நா. சீனிவாசன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
சி. அப்துல் ஹக்கீம் கல்லூரி
மேல் விஷாரம்
ஆற்காடு.

மெ.மெ.
முனைவர் மெ. மெய்யப்பன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்

மோ.செ.

திருமதி மோ. செஜலட்சுமி
66/2, கள்ளிக்குப்பம் ரோடு
வெங்கடாபுரம்
அம்பத்தூர்
சென்னை.

ரெ.வீ.

திரு ரெ. வீரவேல்
விரிவுரையாளர்
வேளாண்மைத் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகம்
அண்ணாமலை நகர்.

லி.சொ.சோ.

திரு லி. சொ. சோமசுந்தரம்
துணைப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
சேதுபதி அரசினர் கலைக் கல்லூரி
இராமநாதபுரம்.

வ.ந.

டாக்டர் வ. நம்பி
துணைப் பேராசிரியர்
மருத்துவத் துறை
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

வ.ந.வே.

முனைவர் வ.ந. வேதாந்த தேசிகன்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
மதுரை கல்லூரி
மதுரை.

வி.எஸ்.சு.

டாக்டர் வி.எஸ். சுப்பிரமணியன்
துணைப் பேராசிரியர்
சென்னை கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை.

வி.சி.

திரு வி. சிங்காரம்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
உலகநாத நாராயணசாமி அரசினர் கல்லூரி
பொன்னேரி.

வி.து.

முனைவர் வி. துரை
இணைப் பேராசிரியர்
சென்னை பல்கலைக் கழகம்
அழகப்பா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி வளாகம்
சென்னை.

வீ.தா.ச.

திரு வீ.தா. சதாசிவன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
தியாகராசர் கல்லூரி
மதுரை.

வெ.க.

திருமதி வெ. கலாவதி
பேராசிரியை
விலங்கியல் துறை
எஸ்.ஐ.இ.டி. மகளிர் கல்லூரி
சென்னை.

வெ.வெ.

டாக்டர் வெ. வெங்கிட்ட இராமானுஜம்
துணைப் பேராசிரியர்
கோழி ஆராய்ச்சி நிலையம்
நந்தனம்
சென்னை.

வே.வி.

திருமதி வே. விஜயலெஷ்மி
துணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
மாநிலக் கல்லூரி
சென்னை.

ஜி.எஸ்.வி.

முனைவர் ஜி.ஸ். விஜயலட்சுமி
உதவிப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
பராசக்தி மகளிர் கல்லூரி
குற்றாலம்.

ஜி.ச.

திரு ஜி. சத்திமூர்த்தி
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
அருள்மிகு பரமகல்யாணி கல்லூரி
ஆழ்வார்குறிச்சி

ஜி.ரா.
டாக்டர் ஜி. ராமு
உதவி இயக்குனர்
மத்திய ஜால்மா தொழுநோய் நிலையம்
ஆக்ரா.

ஜி.வி.
முனைவர் ஜி. விக்டர் இராசமாணிக்கம்
தேசிய கடலியல் கழகம்
டோனாப்ாலா
கோவா.

ஜி.வி.வி.
டாக்டர் ஜி.வி. விவேகானந்தன்
தஞ்சை மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

ஜே.டி.சா.
திரு ஜே.டி. சாமுவேல்
கணிதப் பேராசிரியர்
பிஷப் ஹீபர் கல்லூரி
திருச்சி.

ஜே.ஜி.க.
டாக்டர் ஜே.ஜி. கண்ணப்பன்
பேராசிரியர்
பல் மருத்துவத் துறை
'செண்பகம் இல்லம்'
109, டாக்டர் இராதாகிருஷ்ணன் சாலை
சென்னை.

பொது இயற்பியல் மாறிலிகள்

குறியீடு	பெயர்
μ	காந்தப்புரைமை மாறிலி
h	பிளாங்க் மாறிலி
g	புவிஈர்ப்பு மாறிலி
k	போல்ட்சுமேன் மாறிலி
ϵ	மின்இசைமை மாறிலி
μ_0	வெற்றிடக் காந்தப்புரைமை மாறிலி
ϵ_0	வெற்றிட மின்இசைமை மாறிலி

குறுக்கவிளக்கங்கள்

தமிழ்க்குறுக்கம்	ஆங்கிலக்குறுக்கம்	விளக்கம்
ஆ	A	ஆம்பியர்
ஆ̊	Å	ஆங்ஸ்ட்ரான்
எ	e	எர்கு
எ.ஓ.	eV	எலக்ட்ரான் ஓல்ட்
கி.ஆ.	kA	கிலோஆம்பியர்
கி.ஓ., கி.வோ.	kV	கிலோஓல்ட், கிலோவோல்ட்
கி.கி.	Kg	கிலோகிராம்
கி.மீ.	Km	கிலோமீட்டர்
கி.வா.	kw	கிலோவாட்
கெ	K	கெல்வின்
செ	C	செல்சியஸ்
செ.மீ.	cm	சென்டிமீட்டர்
டை	d	டைன்
நி	N	நியூட்டன்
நி.மீ.	Nm	நியூட்டன்மீட்டர்
நொ, வி	s	நொடி, விநாடி
ப.தி.	hp	பரிதிறன்
மி.மீ.	mm	மில்லிமீட்டர்
மீ	m	மீட்டர்
வா	w	வாட்
வோ, ஓ	V	வோல்ட், ஓல்ட்
ஜூ	J	ஜூல்
ஹெ, எ	Hz	ஹெர்ட்ஸ், எர்ட்ஸ்

நன்றியறிவிப்பு

ENCYCLOPAEDIA

Mc Graw - Hill Encyclopaedia of
Science and Technology
McGraw - Hill Book Company
1221 Avenue of the Americas
New York - 10020

Encyclopaedia Britannica
Encyclopaedia Britannica Inc.
London.

Encyclopaedia Americana
Americana Corporation
Danbury, Connecticut - 06816.

The New Caxton Encyclopaedia
The Caxton Publishing Company Ltd,
London.

The Collier's Encyclopadia
Macdonald Rain Tree Inc.
Purnell Reference Books division
Orbis Publishing Limited
London.

Grzimek's Animal life Encyclopaedia
Van Nostrand Reinhold Company
New York.

The New Book of Popular Science
Grolier Inc.
Danbury, Connecticut.

The International Wild Life Encyclopaedia
Marshall Cavendish Corporation
New York.

The New Book of Knowledge
Arolier Inc.
London

The Hamlyn Childrens' Animal World
Encyclopaedia in colour
The Hamlyn Publishing group Ltd.
London.

கலைக் களஞ்சியம்
தமிழ் வளர்ச்சிக் கழக வெளியீடு
சென்னை.

TEXT BOOKS

Cunningham's Text Book of Anatomy
Oxford Medical Publishers
Oxford Press
Oxford.

Silvio Aladijem M.D.,
Atlas of Perinatology
W.B. Saunders Company
London.

Oxford Text Book of Medicine
Oxford University Press
Oxford.

Nelson Text Book of Paediatrics
W.B. Saunders Company
Igaku Shoin Ltd.
London.

William Boyd
Text Book of Pathology
LEA & FEBIGER
Philadelphia.

P. Vasarinsh
Clinical dermatology
Butterworths
Butterworth Publishers
10, Tower Office Park
Woburn MA 01801.

David C. Sabiston.
Davis Christopher's
Text book of Surgery
W.B. Saunders Company
London

Topley and Wilson's
Principles of bacteriology
Virology and Immunity
Edward Arnol (Publishers) Ltd.
41. Bedford Square
London.

H. Begemann J. Rastetter
Atlas of Clinical Haematology
Alle Zeitwach
Munich. W. Germany.

Andrews · Diseases of the Skin
Clinical Dermatology
W.B. Saunders Company
London.

The Wealth of India
Council of Scientific and Industrial Research
New Delhi.

James Hancock
The Birds of Weilands
Oxford University Press
Delhi.

P.S. Dhami & J.K. Dhami
Chordate Zoology
R. Chand & Co
New Delhi 2.

William N. McFarland
Vertebrate Life
Macmillan Publishing co. Inc.
New York.

Salim Ali & Dillon Ripley
A Pictorial Guide to the Birds of the
Indian sub Continent
Bombay Natural History Centenary Publicetion.
Bombay.

K.K. Nayar T.N. Ananthakrishnan & B.V. David
General and Applied En ology
Tata McGraw Hill ing Company Ltd.
New Del

S.H. Prater
The Book of Indian Animals
Bombay Natural History Society
Bombay.

Astronomy Selected Readings
The Benjamin/Cummings
Publishing Co Inc.
Menlo Park California Reading
Massachusetts
London.

JOURNALS

The Publishers
The Hindu
Kasthuri Buildings
Madras - 600 002.

Science Today
Times of India Publication
Bombay.

Department of Ancient Sciences
Tamil University
Tanjavore.

அறிவியல் களஞ்சியம்

அக்கரூட்டு

இது **யுக்லன்ஸ் ரீஜியா லின்**. (Juglans regia Linn.) என்று தாவரவியலில் அழைக்கப்படுகின்றது இது ஒரு பூவிதழ் வட்டமுடைய (Monochlamydeae) இருவிதை யிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான யுக்லான்டேசி (Juglandaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இதன் வாணிகப் பெயர் அக்ரட் (Akhrot), அக்ரூட் (Akrut), அக்கோர் (Akhor), குரோட் (Krot) என்றும், ஆங்கிலத் தில் வால்நட் (Walnut) என்றும் கூறப்படுகின்றது. **யுக்லன்ஸ்** (Juglans) பேரினத்தில் 3—4 சிற்றினங் களுள்ளன. இவற்றில் **யுக்லன்ஸ் ரீஜியா** இமாலயம், அஸ்ஸாம் ஆகிய பகுதிகளிலுள்ள மலைகளில் 1000 - 3400மீ. உயரம் வரையில் பரவியிருக்கின்றது. இது இயற்கையாகவும் பயிரிடப்பட்டும் காணப்படு கின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள்: இது ஏறக்குறைய 33 மீ.உயரம் வரை வளரக் கூடிய பெரிய இலையுதிர் மரம். இது சுமார் 6 மீ. குறுக்களவைப் பெறக்கூடியது. பட்டை சாம்பல் நிறத்துடனும், நீளப்போக்கில் வெடிப்புகளு டனும் இருக்கும். இலைகளும் இளம் தண்டுகளும் கேசத்தைப் பெற்றிருக்கும். இலைகள் சிறகொத்த கூட்டிலைகளாகும் (Pinnately compound leaf); சிற்றி லைகள் (Leaflets) 5—6 சோடிகளாகும். மலர்கள் ஒரு பாலானவை, மிகச் சிறியவை, மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறமுடையவை. ஆண் பூக்கள் காட்கின் (Catkin) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கின்றன; இவை முந்திய ஆண்டின் இலைவடுக்களின் (Leaf scars) கோணங்களில் (Axils) காணப்படுகின்றன; 5—12.5 செ.மீ. நீளமுடை யவை; காட்கின் நுனியில் 1 — 3 பெண் பூக்கள் அமைந்திருக்கின்றன. கனிகள் நீளுருண்டை வடிவத்தை யும், பசுமை நிறத்தையும், கேசங்களைப் பெற்றோ, இல்லாமலோ இருக்கும்; உள்ளோடு (Endocarp) கெட்டியானது, மடிப்புகளுள்ளது (Wrinkled); இரண் டாகப் பிரியக்கூடியது (Valved); இதனுள் நான்கு பிளவுகளையும் (Lobes), பல நெளிவுகளையும் (Corrugations), எண்ணெய்ப் பொருளையும் பெற்றுள்ள விதை இருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: இதன் பட்டையும் கனி உறையும் சாயத் தொழிலிலும், பதனிடுதலிலும் பயன் படுகின்றன. விதைப் பருப்பைப் பிழிந்த சாற்றில் 50 சதவிகிதம் எண்ணெய் கிடைக்கின்றது. மலைவாசிகள் இதைச் சமைப்பதற்கும், விளக்கேற்றுவதற்கும் பயன் படுத்துகின்றார்கள். ஐரோப்பாவில் இதை ஒரு முக்கிய மான காய்கறி எண்ணெயாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். எண்ணெய் வெள்ளை வண்ணம்; ஓவியர் எண்ணெய்

அக்கரூட்டு

1. கனி 2. மகரந்தத் தாள் 3. கனியின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம் 4. ஆண் மஞ்சரி 5. மிலார் 6. ஆண் பூ 7. பெண் பூ 8. உறை நீக்கப்பட்ட கனியின் உள் தோற்றம் 9. முளை வேர் 10. எண்டோ கார்ப் 11. வித்திலை 12. வித்திலையின் வெளிப்பரப்புத் தோற்றம்.

வண்ணங்கள் (Oil paints), அச்சு மை, சவுக்காரம் ஆகியவை செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. கனியைச் சேகரித்து மூன்று மாதகாலம் வரை அதை உலர வைக்கின்றார்கள். பருப்பிலிருந்து முதன் முதலில் பிழிந்தெடுக்கப்படும் எண்ணெய்க்கு ''வெர்ஜின்'' (Virgin) என்று பெயர். இதைச் சாப்பிடப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். பிறகு சக்கையில் நீரை ஊற்றி இரண்டாம் முறை பிழிந்தெடுக்கப்படும் எண்ணெய்க்கு ''ஃபயர் டிரான்'' (Fire drawn) என்று பெயர். இதைத் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்துகிறார்கள். எஞ்சியதை ஆடு மாடுகளுக்குப் பிண்ணாக்காகக் கொடுக்கிறார்கள். வெர்ஜின் எண்ணெய் நிறமற்றது. சிறிது மணமுடையது. 94° வெப்பத்தில் வெண்ணெய் போன்று திரளுகின்றது. இதை ஆலிவ் எண்ணெய்க்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ''ஃபயர் டிரான்'' எண்ணெய் பசுமை நிறமுடையது; உலர் தன்மையுடையது; குடற்புழுக்கொல்லியாகப் பயன்படுகின்றது (Anthelminthic); அழுக்கு போக்கும்(Detergent) தன்மையுடையது. இலைகளுக்குத் துவர்ப்புத் தன்மை உண்டு. இவை ஊட்ட நீர்மமாகப் (Tonic) பயன்படுகின்றன. இவற்றின் சாறு கட்டி, புண்களை ஆற்ற வல்லது. மூட்டு வலிக்கு (Rheumatism) இதன் கனி மருந்தாகிறது. நஞ்சுக்கு மாற்று மருந்தான (Alexipharmic) புகழ்பெற்ற ''மித்ரிடேட்ஸ்'' என்ற மருந்தினை 2 அக்ரூட்கள், 2 அத்திப் பழங்கள், 20 நெல் தாவர இலைகள் கொண்டு அரைத்து உப்பைச் சேர்த்துச் செய்கின்றார்கள். ''காகாசி அக்ரூட்'' (காகித அக்ரூட்) அதாவது, மெலிந்த கனித்தோல் கொண்ட வகையைக் காஷ்மீரத்திலும், வடமேற்கு இமயமலையிலும் உண்கிறார்கள். சுள்ளிகளும், இலைகளும் ஆடு மாடுகளுக்குத் தீவனமாகின்றன. இதன் வைரக்கட்டை பழுப்பு நிறம் பெற்றது. கறுப்புக் கோடுகளும், புள்ளிகளும் உள்ளன. கட்டை கெட்டியானது. கட்டைக்கு அழகான உருவக்குறிகளும் (Figures) மெருகும் ஏற்றுக்கொள்ளும் தன்மை உண்டு. மரச்சாமான்கள் செய்வதற்கும், கலைப்பொருள்கள், தட்டுமுட்டுச் சாமான்கள் செய்யவும் உதவுகின்றது. கட்டையை எளிதில் செதுக்கலாம். பதித்துச் செய்யும் வேலைப்பாடுகொண்ட பொருள்கள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது. துப்பாக்கியின் பாகங்கள், மேசை, நாற்காலி, இசைக்கருவிகள், ஆகாயவிமானத்தின் பாகங்கள் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. கட்டை சுருங்காது; வெப்பத்தாலும், ஈரப்பசையாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதன்பட்டையைப் பல்குச்சியாகவும், உதட்டுச்சாயமாகவும் பெண்கள் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இதன் சுள்ளிகளை வீட்டு அறைகளினுள் வைத்து ஈக்கள் வராமல் தடுக்கின்றார்கள். முதிர்ச்சியடையாத காய்களில் அஸ்கார்பிக் அமிலம் (Ascorbic acid) நிரம்பியிருக்கின்றது. இதனால் இதனைப் பயன்படுத்தி ஊறுகாய்கள், மார்மலேடுகள் (Marmalades), சட்டினி (Chutney), சர்பத் (Syrup) போன்றவைகள் தயார் செய்கின்றார்கள்.

எம்.எல்.லீ.

நூலோதி

Brandis, D. *Indian Trees*, p 619, Constable & Co., Ltd, London. 1921.

Hill, A.F. *Economic Botany,* p. 560 Tata McGraw Hill Book Co., New York, II Ed. 1952

Hooker, J.D. *in Hook. f Fl. Br. Ind.* V. p. 595. 1888.

The Wealth of India, V. p. 332, CSIR Publ., New Delhi. 1959.

அக்காந்தேசி

இது இணைந்த அல்லி வட்ட (Gamopetalous) இருவிதையிலைக் குடும்பமாகும். இதில் ஏறக்குறைய 240 பேரினங்களும் 2200 சிற்றினங்களும் இருக்கின்றன. அக்காந்தேசி (Acanthaceae) குடும்பம் குறிப்பாக இந்தோ மலேசியா (Indo Malaysia), ஆப்பிரிக்கா (Africa), பிரேசில் (Brazil), மத்திய அமெரிக்கா (Central America) ஆகிய நான்கு முக்கியப் பகுதிகளில் பரவியிருக்கின்றது. தென்னிந்தியாவில் 38 பேரினங்களும் 42 சிற்றினங்களும் இருக்கின்றன.

பொதுப் பண்புகள்: பல பருவங்கள் வாழும் குறுஞ்செடிகளும் (Perennial herbs), புதர்ச்செடிகளும் (Shrubs) இருக்கின்றன. இவற்றில் சில முட்களைப் பெற்றிருப்பதுண்டு. மரங்கள் மிக அரிய. ஒரு சில சிற்றினங்கள் கொடிகளாகவும், நீர்நிலைத் தாவரங்களாகவும் காணப்படுகின்றன. இலைகள் தனித்தவை; எதிரடுக்கிலமைந்திருப்பவை; இலையடிச் சிதல்கள் கிடையா; கணுக்கள் (Nodes) பருத்திருக்கும். மஞ்சரி இரு பக்கம் கிளைத்த சைம் (Dichasial cyme), ரெசிம் (Raceme) அல்லது பூக்கள் தனித்திருக்கக்கூடும். மலர்கள் இருபாலானவை; இருபக்கச்சமச்சீருடையவை (Zygomorphic). புல்லி அல்லி வட்டங்களில் 4—5 இதழ்களுண்டு. ஒவ்வொரு மலருக்கும் ஒரு மலரடிச்சிதலும் (Bract) இரு மலர்க்காம்புச் சிதல்களும் (Bracteoles) உண்டு. அல்லிவட்டம் 5 பிளவுகளைக் கொண்டதாகவோ, இரு உதடுகளைக் கொண்டதாகவோ (Bilabiate) இருக்கும்; மேல் உதடு நிமிர்ந்து இரு பிளவுற்றும், கீழ் உதடு மூன்று பிளவுகளைப் பெற்றுமிருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் சாதாரணமாக 4; அல்லி ஒட்டியவை (Epipetalous); இவற்றில் ஒரு சோடி மற்ற சோடியை விடச் சற்று உயரத்தில் அதாவது இவை இருமட்டத்தில் (Didynamous) காணப்படும்; சில சிற்றினங்களில் இரு தாள்கள் மட்டுமுள்ளன. சிலவற்றில் மட்டும் மலட்டு மகரந்தத்தாள்கள் (Staminodes) உள்ளன. மகரந்தப் பைகளின் வடிவமும், அவையமைந்திருக்கும் முறையும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன; மகரந்தத்தின் வடிவம், அளவு, வெளிப்புற அமைப்பு ஆகியவை பெரும்பாலான பேரினங்களில் வெவ்வேறு வகையாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்க இயல்பாகும்.

சூற்பையின் கீழ் தேன் சுரக்கும் தட்டு (Disc) ஒன்றிருக்கின்றது. சூற்பை மேல் மட்டத்திலமைந்துள்ளது; சூலக இலைகளும், சூற்பையும், இரண்டாக இருக்கின்றன; சூல்கள் இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்டவை; அச்சுச் சூல் அமைவுடையவை (Axile placentation); சூலகத்தண்டு *1*; சூலகமுடிகள் *2*. கனிகள் அறைவெடிகனிகள் (Loculicidal capsule); இவை சத்தத்துடனும் ஒருவித விசையுடனும் வெடிக்கும். இதனால் விதைகள் தாய்ச் செடியிலிருந்து சிறிது தூரத்திற்கு வீசியெறியப்படுகின்றன. விதை உறைகள் வழுவழுப்பாகவோ, சிதல்கள், தூவிகள் ஆகியவற்றைப் பெற்றோ இருக்கும். கரு பெரியது. முளைசூழ்சதை (Endosperm) சாதராணமாக இருப்பதில்லை.

வளர்க்கப்படுகின்றன. ஆடாதொடை (Adhatoda vasica) இலைகள் நாட்டு மருத்துவத்தில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இலைகளின் சாறு பூச்சிக்கொல்லியாகவும், சீழெதிர்ப்பியாகவும் (Antiseptic) பயன்படுகின்றது. வீக்கத்தையும், வலியையும் போக்க இலைகள் பயன்படுகின்றன. மேலும் ஒருவித மஞ்சள் நிறச் சாயம் இலைகளிலிருந்து கிடைக்கின்றது. பசுந்தாள் அல்லது தழை உரமாக (Green manure) இலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தென்னிந்தியாவில் மட்டும் 46 சிற்றினங்களைப் பெற்றிருக்கின்ற **ஸ்ட்ரோபிலாந்தஸ்** (Strobilanthes) என்னும் பேரினம் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். ஏனெனில் இவற்றில் பல சிற்றினங்கள் ஒவ்வோர் ஆண்டும் மலருவதற்குப் பதிலாகக் குறிப்

அக்காந்தேசி

1. குறிஞ்சி (Strobilanthes kunthianus) மிலார், 2. மகரந்தத் தாளின் உட்புறம் 3. மகரந்தத் தாளின் வெளிப் புறம் 4. பூவின் விரிப்புத் தோற்றம் 5-6. உஸ்தீசியா பீட்டோனிக்கா (Justicia betonica), 5. பூவின் விரிப்புத் தோற்றம் 6. பூ 7-9. துன்பர்ஜியா ஃப்ரக்ன்ஸ் (Thunbergia fragrans) 7. பூவின் விரிப்புத் தோற்றம் 8. சூலகம் 9. சூற்பையின் நீள் வெட்டுத்தோற்றம் 10. சுரக்கும் தட்டு.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: **அஃபீலாண்ட்ரா** (**Aphelandra**), **பார்லீரியா** (Barleria), **பிலோப்பீரோன்** (Belo perone), **கிராசாண்ட்ரா** (Crossandra), **ஈராந்தீமம்** (Eranthemum), **ஃபிட்டோனியா** (Fittonia), **கிராப்டோஃபில்லம்** (Graptophyllum), **உஸ்தீசியா** (Justicia), **மெயீனியா** (Meyenia), **துன்பர்ஜியா** (Thunbergia) ஆகியவற்றின் சிற்றினங்களில் சில தோட்டங்களில்

பிட்ட சில ஆண்டுகளுக்கொருமுறைதான் (அதாவது *7, 8, 9, 10, 12*) மலரக்கூடியவை. இந்தப் பேரினத்தைச் சார்ந்த **ஸ்.குந்தியானஸ்** (S.kunthianus (Nees) T. And. & Benth. = Phlebophyllum kunthianum Nees) சங்க நூல்களில் வரும் குறிஞ்சி என்று கருதப்படுகின்றது. இப்பேரினத்தின் பெரும்பாலான சிற்றினங்களெல்லாம் மலைப் பிரதேசங்களில் வளரக்கூடிய புதர்ச் செடி

களாகும். இவற்றின் மலர்கள் ஊதா அல்லது நீல நிற முடையவை. எல்லாச் செடிகளும் ஒரே சமயத்தில் மலர்ந்து அவை எல்லாம் மலர்களினால் சூழ்ந்திருப்பது பார்ப்பதற்குக் கண்கொள்ளாக் காட்சியாக இருக்கும். **ஸ். ஆரிக்குலாட்டஸ்** (S. auriculatus) இலைகளை அரைத்து, விட்டு விட்டு வருகின்ற காய்ச்சலுக்கு (Intermittent fever) உடல் முழுவதும் தேய்த்தால் குணமேற்படுகின்றது. **ஸ். காலோசுஸ்** (S. callosus) மலர்களுக்குப் புண்ணாற்றும் சக்தி இருப்பதாகக் கருதப் படுகின்றது. இதன் இலைகள் நச்சுத் தன்மை பெற்றிருப்பதால்வாந்தியையும் வயிற்றெரிச்சலையுமுண்டாக்க வல்லவை. நில வேம்பு (Andrographis paniculata) என்ற செடியின் புதிதாக எடுக்கப்பட்ட இலைச் சாற்றுடன் ஏலக்காய், கிராம்பு, இலவங்கப் பட்டை ஆகியவற்றைக் கலந்து தயாரிக்கப்பட்ட மாத்திரைகள் குழந்தைகளின் செரிப்புக் கோளாறுகளைக் குணப்படுத்துவதற்கு வீட்டு வைத்திய முறையில் கையாளப்படுகின்றன. தண்டுகள், வேர்களிலிருந்து எடுக்கப் பட்ட சாறு செரிப்பின்மையையும் (Dyspepsia), சளிக் காய்ச்சலையும் (Influenza) போக்குவதற்குக் கொடுக் கப்படுகின்றது. **ஆஸ்ட்ரகாந்தா லாங்கி:.போலியா** வின் (Asteracantha longifolia) இலைகள், வேர்கள், விதைகள் ஆகியவை தோலடி நீர்க்கோவை (Anasarca), மகோதரம் (Dropsy), மஞ்சள் காமாலை (Jaundice), முடக்குவாதம் (Rheumatism) ஆகியவற்றை நாட்டு வைத்திய முறையில் குணப்படுத்துவதற்கும் சிறுநீர்க் கழிவுப் பெருக்கியாகவும் (Diuretic) பயன்படுகின்றன.

நூலோதி

Gamble, J.S. *Fl. Pres. Madras.* Vol. II (Repr.) p. 705-759. 1956.

Lawrence, G.H.M. *Taxonomy of Vascular Plants.* p. 820, The Macmillan Co., New York, 1951.

Rendle, A.B. *The Classification of Flowering Plants* Vol. II. p. 640 Cambridge Univ. Press, London, 1975 (Repr.)

The Wealth of India. Vol. I. p. 254, 1948; CSIR New Delhi, Vol.X. p. 591, 1976.

அக்காந்தொசெ:.பலா

காண்க: முள்தலைப் புழுக்கள்

அக்காரினா

கணுக்காலிகள் (Arthropoda) தொகுதியில் அராக்னிடா (Arachnida) வகுப்பில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள பல வரிசைகளில் அக்காரினாவும் (Acarina) ஒன்று. இவ்வரிசையில் உண்ணிகளும் (ticks) சிற்றுண்ணிகளும் (mites) வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் பல, விலங்குகள், தாவரங்களின் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. 5,00,000 சிறப்பினங்களுக்கு மேற்பட்ட சிற்றுண்ணிகளும் உண்ணிகளும் உலகெங்கும் வாழ்வதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

அக்காரினா வரிசையின் பொதுப்பண்புகள்: இவற்றின் உடல் நீளம் 0.5மி. மீட்டரிலிருந்து 30 மி.மீ. வரை வேறுபடுகிறது. இளரிகளிலும் (nymphs) நிறைவுயிரிகளிலும் (adult) பொதுவாக 4 இணைக்கால்கள் உள்ளன, சில குடும்பங்களைச் சேர்ந்த அக்காரிகளின் உடல் மேல் தடித்த மயிர்களும் நுண்முட்களும் உள்ளன. அக்காரிகளின் உருவ அமைப்புகள் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. உண்ணிகளும் சிற்றுண்ணிகளும் உலகெங்கும் பல வகையான வாழிடங்களில் பெரும் எண்ணிக்கையில் வாழ்கின்றன. எவரெஸ்டு சிகரத்தில் 5,000 மீ. உயரம் வரையிலும் பசிபிக் பெருங்கடலில் 5,200மீ. ஆழம் வரையிலும் காணப்படுகின்றன. அண்டார்டிக்காவில் 50-க்கும் மேற்பட்ட சிறப்பினங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. வெந்நீர் ஊற்றுகள், பாலைவனங்கள் போன்ற பலவகைப்பட்ட வாழிடங்களில் வாழ்கின்றன. உண்ணிகள் கொசுக்களை விட அதிக நோய்களைப் பரப்புகின்றன. அக்காரினா வரிசை பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது.

அக்காரிகளின் முன்னுடல் ஒருபடித்தாக, சீராக உள்ளது. பின்னுடல் பகுதியின் கண்டங்கள் தனித் தனியாகக் காணப்படுவதில்லை. கண்டத்தோற்றம் முழுதும் மறைந்து விட்டதாலும் வாழ்க்கை முறைக் கேற்பப் பல அமைப்புகள் தோன்றியுள்ளதாலும் மற்ற அராக்னிடுகளைப் போன்று இவற்றின் உடலை முன் உடற்பகுதி, பின் உடற்பகுதி என இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்க முடியவில்லை. இவற்றில் கெலிசெராக்களும் (chelicerae) பெடிப்பால்புகளும் (pedipalps) பொதுவாகச் சிறியனவாக உள்ளன. இவை வெட்டுதல், அறுத்தல், கிழித்தல், உறிஞ்சுதல் ஆகிய செயல் தன்மையுள்ள உறுப்புகளாக மாறியுள்ளன. கால்களில் ஏழு கரணைகள் உள்ளன. கால்களின் நுனியில் இரு கூர்நகங்கள் (claws) உள்ளன. மூச்சுக் குழாய்கள் (tracheal tubes) மூலம் மூச்சுயிர்த்தல் (respiration) நடைபெறுகிறது. பல சிறப்பினங்களில் கன்னி இனப் பெருக்க முறை (parthenogenesis) காணப்படுகிறது.

அக்காரிகள் தம் வாழ்க்கை வரலாற்றின் நிலைக் கேற்ப உருமாற்றம் பெறுகின்றன. பொதுவாக 6 வளர்ச்சி நிலைகள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன, 1. முட்டை, 2. பின் முட்டை (Deutorum), 3. இளவுயிரி (Larva) 4. இளரி (Nymph), 5. பின் இளரி நிலை, 6. நிறைவுயிரி (Adult) நிலை ஆகியன.

நிறைவுயிரி நிலையில் வாயுறுப்புகளில் (mouth parts) சிலவற்றைக் காணலாம்:

1. **மேல் வாய்த்தகடு (epistome):** இப்பகுதி வாயுடற் பகுதியின் மேல் தகட்டின் முன்பக்க நீட்சியாகும். இது மேலுதடு (labrum) என்றும் அழைக்கப்படும்.

2. **கெலிசெராக்கள்:** இவை கிடுக்கி அமைப்புடன் அல்லது கூரிய துளைக்கும் உறுப்புகளாக உள்ளன.

3. **பெடிப்பால்புகள்:** ஐந்து கரணைகளாலானவை. பற்றும் உறுப்புகளாக அல்லது தொடு உணர் உறுப்பு களாக அல்லது ஒட்டும் உறுப்புகளாக உள்ளன.

4. **பெடிப்பால்புகளின் காக்சாக்கள்:** இரு பக்கத்துக் காக்சாக்களும் (coxae) நடுவில் இணைந்து கீழுதடு (labium) அல்லது கீழ்வாய்த்தகடாக (hypostome) உள்ளன.

5. **மேல்தொண்டை(epipharynx):** தொண்டையின் முன்பக்கம் மேல்தொண்டைப் பகுதியாக நீண்டுள்ளது.

இவையனைத்தும் பொதுவாக வாய்க்குடை (camerastome) என்னும் உட்குடைவுள்ள ஒரு குழாய்க் குள் உள்ளன.

அக்காரிகளில் இரத்தச் சிற்றோட்ட மண்டலம் (blood circulatory system) சிறந்து விளங்கவில்லை. குருதி வெளிகள் (lacunae) காணப்படுகின்றன. குருதி ஓட்டம் தசைகளின் இயக்கத்தால் நடைபெறுகிறது. குடலில் பல குடல்நீட்சிகள் அல்லது முட்டுக் குழல்கள் (intestinal caecae) காணப்படுகின்றன நரம்பு மண்டலத்தில் உணவுக்குழாயால் துளைக்கப்படுகின்ற நரம்பணுத்திரளும் அதிலிருந்து கிளம்புகின்ற நரம்பு களும் காணப்படுகின்றன. நரம்பு வடம் (nerve cord) இல்லை.

அக்காரினா வரிசையின் வகைபாடு: அக்காரினா வரிசை கீழ்க்கண்டவாறு 11 குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளது.

1. இக்சோடிடே (Ixodidae)
2. அர்காசிடே (Argasidae)
3. சார்கோப்டிடே (Sarcoptidae)
4. டெமோடிசிடே (Demodicidae)
5. டெர்மானிஸ்ஸிடே (Dermanyssidae)
6. டார்சோநிமிடே (Tarsonemidae)
7. டைரோக்ளைஃபிடே (Tyroglyphidae)
8. ஓரியோபட்டாய்டே (Oriobatoidae)
9. டெட்ராநிக்கிடே (Tetranychidae)
10. டிரோம்பிடிடே (Trombididae)
11. ஹைறாக்னிடே (Hydrachnidae)

இவற்றுள் இக்சோடிடே, அர்காசிடே என்னும் இரண்டு குடும்பங்களிலும் உண்ணிகளும் மற்ற குடும்பங் களில் சிற்றுண்ணிகளும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. உண்ணிகளின் உடலின் முன்முனையில் முனைத்தலைப் பகுதி (capitulum) காணப்படுகிறது.

1. **இக்சோடிடே.** உடலின் மேற்புறத்தில் கைட்டினா லான (chitin) கடினமான ஸ்கூட்டம் (scutum) என்ற உறை காணப்படுவதால் இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த உண்ணிகள் கடின உண்ணிகள் (hard ticks) எனப்படு கின்றன. இவ்வுண்ணிகள் நிறைவுயிரி நிலையை அடைந்த வுடன் ஒரே ஓம்புயிரின் (host) உடலில் ஒட்டிக்கொண்டு நிலையாக வாழ்கின்றன. இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த உண்ணிகள் ஆடுகள், மாடுகள், நாய்கள், பறவைகளின் மேல் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. இக்சோடஸ் ஹோலோசைக்லஸ் (Ixodus holocyclus) சிறப்பினத் தைச் சேர்ந்த உண்ணிகள் இந்தியாவில் பாலூட்டி களின்மேல் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. ஹீமோ ஃபைசாலிஸ் பைஸ்பினோசா (Haemophysalis bispinosa) இந்தியாவில் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பாலூட்டிகளில் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. ரைபி செஃபாலஸ் சாங்யுனியஸ் (Rhipicephalus sanguineus) இந்தியாவில் நாய்களில் மஞ்சட் காமாலையைப் (jaundice) பரப்பும் நாயுண்ணி வகை. இதனால் மனிதர்களுக்குக் குமான் காய்ச்சல் (kuman fever) ஏற்படுகிறது.

2. **அர்காசிடே.** இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த உண்ணி களில் மேலுறை காணப்படாததால் இவை மென் உண்ணிகள் (soft ticks) எனப்படுகின்றன. இரு பால் வகைகளுக்கிடையே புறவேற்றுமை காணமுடியாது. நிலையாக ஓம்புயிர்களை அடைந்து அவற்றின் இரத் தத்தை உறிஞ்சுகின்றன. அர்காஸ் பெர்சிகஸ் (Argas persicus) என்னும் சிறப்பினம் உலகெங்கும் காணப்படும் கோழி உண்ணியாகும். இவ்வுண்ணிகள் ஸ்பைரோகீட்டோசிஸ் (spirochetosis) என்னும் நோயைக் கோழிகள், வாத்துகள், வான்கோழிகளுக் கிடையே பரப்புகின்றன. ஆர்னித்தோடொரஸ் சேவக்னியி (Ornithodorus savignyi) என்னும் சிறப் பினம் தென்னிந்தியாவிலும், அரேபியாவிலும் காணப் படுகிறது. இவை கால்நடைகளில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. மனிதரையும் தாக்கி முறைக் காய்ச்சல் (relapsing fever) என்னும் நோயை மனிதர்களிடை யில் பரப்புகின்றன.

3. **சார்கோப்டிடே** (sarcoptidae). இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சிற்றுண்ணிகளைச் சொறிச் சிற்றுண்ணிகள் (scab mites) அல்லது அரிப்புச் சிற்றுண்ணிகள் (itch-mites) எனக் கூறுவதுண்டு. இவை பாலூட்டிகள், பறவைகள் மற்றும் பூச்சிகளின் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. சார்க்காப்டெஸ் ஸ்கேபி (Sarcoptes-scabiei) மனிதர், குதிரை, பன்றி, நாய்களில் சொறி சிரங்குகளை உண்டாக்குகிறது. சோராப்டஸ் கம் யூனிஸ் (Psoroptus communis) என்னும் சிறப்பினம் ஆடுகளில் சொறி, படை சிரங்குகளை ஏற்படுத்துகிறது. கோரியாப்டஸ் (chorioptes) மாடுகள், குதிரைகளில் ஒட்டுண்ணியாகக் காணப்படுகிறது. ஆக்டோடெக்டஸ் (Octodectes) என்ற பொதுவினத்தைச் சேர்ந்தவை நாய், பூனை, நரிகளின் காதுகளில் காணப்படுகின்றன. நிமிடோகோப்டஸ் மியூட்டன்ஸ் (Cnemidocoptes-mutans) என்னும் சிறப்பினம் கோழிகளின் கால்களி லுள்ள செதில்களைப் பாதிக்கின்றது. நிமிடோகோப் டஸ் கேல்லினே (Cnemidocoptes gallinae) என்னும் சிறப்பினம் ஆந்தைகளின் இறகுகளுக்கு அடியில் வாழ் கிறது. இவற்றால் இறகுகள் உதிர்ந்து போகின்றன.

4. டெமோடிசிடே (Dermanyssidae). இக்குடும்பத்துச் சிற்றுண்ணிகள் மிகச் சிறியவை. புழுப்போன்ற நீள் உருளை வடிவம் உடையவை; கால்கள் மிகக் குட்டையானவை; மூன்று கரணைகளாலானவை. கண்கள், மூச்சுத் துளைகள் இல்லை. இவை பாலூட்டிகளின் மயிர்க்கால் பள்ளங்களில் (hair follicles) வாழ்கின்றன. டெமோடெக்ஸ் கேனி (Demodex cani) சிறப்பினத்துச் சிற்றுண்ணிகள் நாய்களில் சிவப்புக் கட்டி நோயை (red mange) உண்டாக்குகின்றன. டெமோடெக்ஸ் போவி (Demodex bovi) மாடுகளிலும், டெமோடெக்ஸ் ஈக்வி (Demodex equi) குதிரைகளிலும் சிவப்புக் கட்டி நோயை உண்டாக்குகின்றன.

5. டெர்மானிசிடே (Dermanyssidae). டெமானிஸ்ஸஸ் கேல்லினே (Dermanyssus gallinae) கோழிகளின் ஒட்டுண்ணி. இது மனிதர்களைத் தாக்கி எக்சீமா (eczema) என்ற ஒரு வகைப் படைநோயை உண்டாக்குகிறது. லிப்போனிஸ்ஸஸ் பர்சா (Liponyssuss bursa) என்னும் சிறப்பினத்தைச் சேர்ந்தவை இந்தியாவில் கோழியின் ஒட்டுண்ணிகள். லிப்போனிஸ்ஸஸ் பகோட்டி (Liponyssus bacoti) எலியின் ஒட்டுண்ணி. இது எலிகளில் டைஃபஸ் (typhus) காய்ச்சலைப் பரப்புகிறது.

6. டார்சோனிமிடே (Torsonemidae). இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சிற்றுண்ணிகள் மென்மையான உடல் உடையவை. பெரும்பாலும் அறுகால் பூச்சிகளின் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன.

பெடிகுலாய்டஸ் வென்ட்ரிகோசஸ் (Pediculoides-centricosus) பயிர்களின் தண்டில் வாழும் பல அறுகால் பூச்சிகளின் இளவுயிரிகளில் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. இது நெற்பயிரில் வாழும் அந்துப் பூச்சிகளையும் அவற்றின் இளவுயிரிகளையும் அழிக்கிறது. இச் சிற்றுண்ணிகளால் அறுவடை செய்பவர்கள், வைக்கோல் தட்டைகளில் புழங்குகிறவர்களின் தோலில் சிறு கட்டிகள் உண்டாகின்றன.

7. டைரோகிளைஃபிடே (Tyroglyphidae). இவை தானியம், மாவு, உலர்ந்த பழங்கள், சேமித்து வைக்கப்படும் உணவுப் பொருள்களில் காணப்படுகின்றன. வெப்பப் பகுதிகளில் மனிதருக்கு இயோசினோபிலியா (Eosinophilia) நோய் உண்டாவதற்கு இது காரணமாக இருக்கலாம் என நம்பப்படுகிறது. டைரோகிளிபஸ் ஃபாரினே (Tyroglyphus farinae) என்னும் சிற்றுண்ணிகள் தென் இந்தியாவில் சேமித்துவைக்கும் தானியங்களுக்குக் கேடு விளைவிக்கின்றன. ரைசோகிளிஃபஸ் பாரசைட்டிகஸ் (Rhizoglyphus Parasiticus) தேயிலைத் தோட்டத் தொழிலாளரிடையே தோல் முடிச்சு நோயை (dermatitis) உண்டாக்குகிறது.

8. ஓரியோபட்டாய்டே (Oriobatoidae). இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சிற்றுண்ணிகளின் உடல்தோல் கடினமாக உள்ளதால் இவை வண்டுச் சிற்றுண்ணிகள் (beetle mites) எனப்படுகின்றன.

9. டெட்ராநிக்கிடே (Tetranychidae). இவை பொதுவாகச் சிவப்புச் சிலந்திச் சிற்றுண்ணிகள் (red spider mites) என அழைக்கப்படுகின்றன; செடி கொடிகளைத் தாக்கி அவற்றின் சாற்றை உறிஞ்சி வாழ்கின்றன. டெட்ராநிக்கஸ் (Tetranychus) பொது வினத்தைச் சேர்ந்த சிற்றுண்ணிகள் பருத்தி, தக்காளி போன்ற செடிகளில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன.

10. டிராம்பிடிடே (Trompididae). சிற்றுண்ணிகளிலேயே பெரியவை. இளவுயிரிகள் அறுகால் பூச்சிகளில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. டிராம்பிடியம் ஜைகாஸ் (Trombidium gigas) என்னும் வெல்வெட் சிற்றுண்ணியைத் தென்னிந்தியாவில் மழைக்காலம் முடிவடைந்ததும் புல்வெளிகளில் காணலாம். டிராம்பிகுலா டெலியென்சிஸ் (Trombicula deliencis) இந்தியாவில் மனிதருக்கிடையே டைஃபஸ் (Typhus) காய்ச்சலைப் பரப்புகிறது. எலிகள், பெருச்சாளிகள் ஆகியவை இதன் நிலையான ஓம்புயிர்கள்.

11. ஹைராட்க்னிடே (Hydrachnidae). இவை நீரில் வாழ்பவை. உடற்பரப்பு முழுவதும் நீண்டு நெருக்கமாக அமைந்த மயிர்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவற்றுள் பெரும்பான்மையானவை இரையைத் தேடி வேட்டையாடி வாழ்கின்றன; சில நீர்வாழ் அறுகால் பூச்சிகளின் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. அட்டாக்ஸ் (Atax) என்பது நன்னீர் மட்டியின் (Freshwater mussel) மேன்டில் குழியில் வாழ்கிறது.

பொருளாதார முக்கியத்துவம்

பெரும்பாலான அக்காரிகள் முதுகெலும்பிகளின் புற ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்ந்து பல நோய்களை உண்டாக்குவதால் பொருளாதார முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. பெரும் எண்ணிக்கையில் இவை கால்நடைகள் மீது காணப்படும்போது கால்நடைகள் சோகை நோயால் (anaemia) தொல்லைப் படுகின்றன.

ஒரு கடின உண்ணியின் வாழ்க்கைச் சுற்று (டெர்மாசென்டர்)

டெர்மாசென்டர் ஆண்டர்சோனி (Dermacentor-andersoni) மலைக் காய்ச்சலையும், பூஃபிலஸ் அனுலேட்டஸ் (Boophilus annulatus), டெக்சாஸ் காய்ச்சலையும் கால்நடைகளுக்கிடையே பரப்புகின்றன. காய்ச்சல், மலைக் காய்ச்சல், கென்யா டைஃபஸ் காய்ச்சல், டியூலாரெமியா (Tularemia) ஆகிய நோய்கள் மக்களிடையே பல உண்ணிகளால் பரப்பப்படுகின்றன. உண்ணிகளின் உமிழ்நீரிலுள்ள நச்சுப் பொருள்களால் உண்ணி இசிவு (Tick paralysis) உண்டாகிறது. பெரும்பாலும் இந்த இசிவு கால்நடைகளில்தான் காணப்படுகிறது. ஆனால் அமெரிக்கா, கனடா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளில் மனிதரும் இந்த நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். ஒரு பெண் உண்ணி தலையில் மயிர்களுக்கிடையில் ஒட்டிக் கொண்டு இரத்தத்தைக் குடிக்கும்போது அதன் உமிழ்நீர் உடலுக்குள் செல்கிறது. இசிவு கொஞ்சம் கொஞ்சமாக உடல் முழுவதும் பரவுகிறது. இந்த உண்ணியை எடுத்துவிட்டால் விலங்கு இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்களில் திரும்ப நன்னிலையை அடைந்துவிடும். ஆனால், இசுவு, மூச்சு மையங்களை அடைந்துவிட்டால் விலங்குகள் உயிர் தப்புவது அரிது.

மென் உண்ணிகளும் (Argasid ticks) பொருளாதார, மருத்துவ முக்கியத்துவம் பெற்றவை. கிட்டத்தட்ட மூட்டைப் பூச்சியைப் போல உள்ள இவ்வுண்ணிகள் ஊர்வன, பறப்பன, பாலூட்டிகள் ஆகிய பெரும்பான்மை முதுகெலும்பிகளில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. அர்காஸ் பெர்சிகஸ் (Argas persicus) என்பது கால்நடைகளுக்கு நோயுண்டாக்கித் தொல்லை கொடுக்கும் ஓர் உண்ணியாகும்; இவற்றின் கடியால் கோழிகளுக்கு மிகுந்த சேதம் உண்டாகிறது. ஸ்பைரோகீட்டோசிஸ் (Spirochetosis) நோயும் கோழிகளுக்கிடையே பரப்பப்படுகிறது. ஆர்னித்தோடோரஸ் மௌபேட்டஸ் (Ornithodorus moubatus) என்னும் உண்ணி மக்களிடையே ஒரு வகை முறைக் காய்ச்சலைப் (relapasing fever) பரப்புகிறது.

டார்சொநெமினி (Tarsneomini) அக்காரிகளில் பலவும் கணுக்காலிகளில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. இவற்றில், சில தாவர ஒட்டுண்ணிகள் ஸ்கூட்டாக்காரிடே (Scutacaridae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை; உருவில் சிறியவை; பாசி படர்ந்துள்ள இடங்களிலும் ஈரத்தன்மையுள்ள பூமியிலும் காணப்படுகின்றன. அவற்றில் சில எறும்புகள் மீதும், பூச்சிகளின் மீதும், வாழ்கின்றன. அகாரியோப்சிஸ் வுட்டி (Acariopsis-woodi) என்னும் உண்ணி தேனீக்களின் மூச்சுக் குழாய்களில் வாழ்கின்றது. இந்த உண்ணிகள் மூச்சுக் குழாய்களைத் துளைப்பதால் உடல்திரவம் குழாய்களுக்கு வந்து குழாய்களை நிரப்புகிறது. அதனால் மூச்சுயிர்த்தல் (respiration) தடைப்படுகிறது.

மெட்டாடெட்ராநிக்கஸ் அல்மி (Metatetranychus ulmi) என்னும் சிவப்புச் சிலந்திச் சிற்றுண்ணி பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. தாவரங்களின் சாற்றை உறிஞ்சி வாழும். இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தாவிட்டால் மரங்களின் இலை முழுவதும் உதிர்ந்து மரங்கள் பட்டுப்போகின்றன.

டெமோடெக்ஸ் (Demodex) பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த சிற்றுண்ணிகள் மனிதர்களுக்கும் கால்நடைகளுக்கும் தோல்நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றால் உடல் தோலில் பல இடங்களில் சிறிதும் பெரிதுமான முண்டு முடிச்சுகளும், கொப்புளங்களும் உண்டாகின்றன நாய்களுக்கு இவற்றால் சிவப்புக் கட்டி நோய் எனும் கருந்தோல் நோய் (mange) ஏற்பட்டுக் கெட்ட நாற்றம் வீசுகிறது. சிரிங்கோஃபிலஸ் (Syringophilus) பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த சிற்றுண்ணிகள் பறவைகளின் இறகுகளிலும், பாலூட்டிகளின் மயிர்களுக்கிடையிலும் வாழ்கின்றன.

டைரோகிளைஃபிடே (Tyroglyphidae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சிற்றுண்ணிகளைத் தூந்திரப் பகுதியிலிருந்து வெப்பக் காட்டுப் பகுதிவரையுள்ள எல்லாப் பகுதிகளிலும் காணலாம். டைரோகிளைஃபஸ் ஃபாரினே (Tyroglyphus farinae) என்னும் சிறப்பினம் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இவை மனிதர்களால் சேமித்து வைக்கப்படும் உணவை உண்டு சேதம் விளைவிக்கின்றன. இவை உண்ட உணவுப் பொருள்களில் ஒரு விதக் கெட்ட நாற்றம் வீசுவதால் அப்பொருளைப் பின்னர் மனிதரால் உண்ண முடிவதில்லை. பண்டகசாலைகளில் காணப்படும் இச்சிற்றுண்ணிகள் எலி வளைகளிலும், அவற்றின் உடல் மேலுள்ள மயிர்களுக்கிடையிலும் தங்கி வளர்கின்றன. வண்டுகளால் துளைக்கப்பட்ட தானியங்களை அவை எளிதாக உண்டு கெடுத்து விடுகின்றன.

மனிதர்களுக்குச் சொறி, சிரங்கு ஆகியவை அரிப்புச் சிற்றுண்ணிகளால் ஏற்படுகின்றன. சார்க்கோப்டெஸ் ஸ்கேபி (Sarcoptes scabiei) என்ற சிற்றுண்ணிகள் உடல் தோலைத் துளைத்து அத்துளைகளில் முட்டையிடுகின்றன. இவற்றின் தாக்குதல் அதிகமாக உள்ளபோது தோலில் சொறி சிரங்குகளும், படைகளும் உண்டாகின்றன. காண்க, அராக்னிடா.

நூலோதி

1. **Adam Sedgewick,** *A Students Text Book of Zoology*, Vol III, Central Book Depot, Allahabad, 1960.
2. **Ekambaranatha Ayyar, M.,** *A Manual of Zoology*, part I, S. Viswanathan PVT., LTD., Madras, 1976.
3. *Encyclopaedia Britannica, Macropaedia*, Vol 1, pp 19-23, Encyclopaedia Britannica Incorporation, Chicago, 1982.
4. *Larousse Encyclopaedia of Animal Life*, p 180, Hamlyn, London, 1976.

அக்குள்

அக்குள் (Axilla) என்பது பிரமிட் வடிவிலுள்ள ஓர் இடம். இது மார்புக் கூட்டின் மேல் பாகத்திற்கும், மேல் கையில் உட்புறத்திற்கும் நடுவில் இருக்கிறது. அக்குளின் மழுங்கிய முனையானது கழுத்தில் அடியை நோக்கி இருக்கிறது. கழுத்திற்கும், அக்குளுக்கும் உள்ள இந்த வழிக்குக் கழுத்து–அக்குள் கால்வாய் என்று பெயர். அக்குளின் கீழ்மட்டம் கீழ் நோக்கி இருப்பதுடன், மார்பகத்தில் விரிவாகவும், மேல் கையின் அருகில் குறுகியதாகவும் உள்ளது.

அக்குளின் சுவர்கள்

முன் சுவர் மார்புத் தசைகளால் ஆனது. மார்புத் தசைகள் பெரிய மார்புத்தசை (Pectoralis major), சிறிய மார்புத் தசை (Pectoralis minor) என இரண்டாக உள்ளன.

பின் சுவர். இது மேல் மட்டத்தில் சப்-ஸ்காபுலாரிஸ் (Sub-scapularis) என்ற தசையாலும், கீழ்மட்டத்தில் டீரிஸ் மேஜர் (Teres major), லாட்டிஸ்மஸ் (Latismus dorsi) என்ற தசைகளாலும் ஆனது.

உள்சுவர் மார்பகத்தில் அமைந்து , முதல் நான்கு விலா எலும்புகளாலும், அதன் இடையில் உள்ள விலா இடைத் தசைகளாலும் (Intercostal muscles) ஆனது.

வெளிச்சுவர். முன் சுவரும், பின் சுவரும் நெருங்குவதால், இது சிறியதாக இருக்கிறது ஹியுமரஸ் (Humerus) என்ற மேல் கை எலும்பும், கொரக்கோப்ரேக்கியாலிஸ் (Coracho brachialis)-ம், இரு தலைத் தசைகளும், (Biceps) சேர்ந்து ஆனது.

அக்குளில் இருப்பவை

இங்கு இரத்த நாளங்களும், தோள் நரம்புக் கற்றையும், நிணநீர் முடிச்சுகளும், கொழுப்பும், இணைத் திசுக்களும் உள்ளன. இவற்றில் இரத்தக் குழாய்களும், தோள் கற்றை நரம்புகளும், அக்குளின் முனையிலிருந்து அடிப்பாகம் வரை வெளிச்சுவரையொட்டி வருகின்றன, பின் சுவரைவிட முன் சுவருக்கு அண்மையில் உள்ளன.மேல் விலா எலும்புகள் சாய்ந்து இருப்பதால் இந்த இரத்தக் குழாய்கள் நரம்புக் கற்றைகள், முதல் விலா இடைவெளியைக் (First intercostal space) கடந்து போகின்றன.இதனால் இந்தக் கற்றைகளின் தொடர்புகள் மேல்பாகத்திலும், கீழ்ப்பாகத்திலும் மாறுபடுகின்றன.

அக்குளில் அதிகமான நிணநீர் முடிச்சுகள் (Lymph nodes) உள்ளன. இவை பெரியவை; எண்ணிக்கையில் சுமார் இருபதிலிருந்து முப்பது வரை இருக்கலாம். இவற்றை ஐந்து பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) **வெளிப்புறக் கூட்டம்.** இவை நான்கிலிருந்து ஆறு வரை இருக்கலாம். இவை அக்குள் சிரையின் உட்புறமாகவும், பின்புறமாகவும் உள்ளன.

(2) **முன்புறக் கூட்டம்.** இதனை மார்புக் கூட்டம் என்றும் கூறலாம். இவை நான்கு அல்லது ஐந்து எண்ணிக்கை கொண்டவை. சிறிய தோள் தசையின் கீழ் விளிம்பில் வெளிப்புற மார்பக இரத்தக் குழாய்களின் அருகில் இருக்கின்றன.

(3) **பின்புறக் கூட்டம் அல்லது சப்ஸ்காப்புலர் கூட்டம்.** ஆறு அல்லது ஏழு நிணநீர் முடிச்சுகள் கொண்டதாகும். அவை அக்குளின் பின் சுவரின் கீழ் விளிம்பின் அருகில் இருக்கின்றன.

(4) **மத்தியக் கூட்டம்.** நான்கு அல்லது ஐந்து நிணநீர் முடிச்சுகள் அக்குளின் கொழுப்பினுள் பதிந்து கிடக்கின்றன.

(5) **முனைக் கூட்டம்.** இதில் ஆறு முதல்பன்னிரண்டு நிணநீர் முடிச்சுகள் உள்ளன. சிறிய மார்புத் தசையின் மேல்பாகத்தின் பின்புறமாகவும், அக்குள் சிரையின் முன்புறமாகவும் உள்ளன.

அறுவைச் சிகிச்சையில் அக்குளின் நிலை

(1) அக்குளினுள் சீழ் பிடித்துவிட்டால், அந்தச் சீழ் போகும் பாதையை நிர்ணயிக்க முடியும். சீழ்க் கட்டியினைக் கத்தியால் கீறிவிடும்போது, கத்தியின் முனை அக்குளின் தசையை நோக்கிச் செயல்படுவதால், முக்கியமானதமனிகளும் சிரைகளும்சேதமாவதைத் தடுக்கலாம்.

(2) முலையில் ஏற்படும் புற்றுநோயில் அக்குளின் நிணநீர் முடிச்சுகளை எடுத்துவிடுதல் ஒரு முக்கியமான முறையாகும். இந்த வழிமுறையில் அக்குளின் சிரை, தமனி, நரம்புகள் ஆகியவை சேதப்படாமல் பார்த்துக் கொள்வது அவசியமாகிறது. **சா. க.**

நூலோதி

1. *Gray's Anatomy,* 36th Edition, Churchil Livingston, Churchil Livingston, London, 1980.
2. *Grants Method of Anatomy,* 8th Edition, S. Chand company, New Delhi, 1983.
3. J.H. Green & P.H.S. Siver, *An Introduction to Human Anatomy,* Oxford Publication, 1981.

அக்குள் சுரப்பிகள்

அக்குள் என்பது கையின் மேல் பகுதிக்கு உள்ளிட்டும், நெஞ்சின் மேல் பகுதிக்கு வெளிப்புறமாகவும், தோள் மூட்டின்(Shoulder joint) அடிப்புறம் அமைந்த உடலின் ஒரு பகுதியாகும். இப்பகுதியின் வழியாகத்தான் கைப் பகுதிக்கு உரிய நரம்புகளும், இரத்தக் குழாய்களும் கைப்பகுதியை அடைகின்றன. எனவே அக்குள் பகுதியைக் கையின் வாய் அல்லது கதவு என்று கூறலாம். அக்குள் பகுதி மற்ற பகுதிகளைப் போலத் தோல் போர்த்திய பகுதிதான்; இருப்பினும் இந்தப் பகுதித் தோலில் தனிச்சிறப்புடைய சுரப்பிகளும் அமைந்

துள்ளன. இது தவிர அக்குளின் உள்ளே நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Lymph glands) அதிக அளவில் உள்ளன. இவற்றை அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் என அழைக்கிறோம்.

அக்குள் சுரப்பிகள் (Axillary glands) உடலின் பல பகுதிகளுடனும் நெருக்கமாகத் தொடர்புற்றிருப்பதால் நோய் நிலைகளில் பாதிக்கப்படலாம். நோய் நிலையின் தீவிரத்தைக் கணக்கிட அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் உதவுகின்றன. தவிர அக்குள் தோலில் உள்ள சுரப்பிகள் வேதியியல் இனக் கவர்ச்சிப் பொருள் சுரக்கும் தனித்தன்மை பெற்றுள்ளன.

அக்குள் சுரப்பிகளைப் பற்றித் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ள அக்குளின் அமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ளல் அவசியம்,

அக்குளின் அமைப்பு

அக்குள் என்பது கூம்பு வடிவமுள்ள உடலின் ஒரு பகுதியாகும். இப்பகுதி மேலே கழுத்துப் பகுதியுடன் தொடர்கிறது. கீழ்ப்புறம் தோலாலும், நார்த்தசையாலும் மூடப்பட்டுள்ளது. முன்புறம் நெஞ்சுப் பகுதி உள்ளது. இங்கு மார்புப் பெருந்தசை (Pectoralis major), மார்புச் சிறுதசை (Pectoralis minor), சப்க்ளேவியஸ் (Subclavius) முதலிய தசைகளும், காறை எலும்பும் உள்ளன. அக்குளின் பின்புறம் தோள் பட்டை எலும்பும் சப்ஸ்காப்புளாரிஸ் (Subscapularis), டீரிஸ் மேஜர் (Teres major), லாட்டிஸ்மஸ் டார்ஸை (Latissmus dorsi) தசைகளும் உள்ளன. அக்குளின் உட்பகுதி மேல் ஆறு விலா எலும்புகளாலும், ஸெராட்டஸ் ஆன்டீரியர் (Serratus anterior) என்ற தசையினாலும் ஆனது. அக்குளின் வெளிப்பகுதி மேல் கை எலும்பின் மேல்பகுதியாலும், பைஸப்ஸ் பிரேக்கியாலிஸ் (Biceps brachialis), கொரக்கோ பிரேக்கியாலிஸ் (Coraco brachialis) என்ற தசைகளினாலும் ஆனது.

இவ்வாறு அமைப்புப் பெற்ற அக்குளின் உள்ளே கீழ்க் கண்டவை முக்கியமாக அடங்கியுள்ளன:

(அ) அக்குள் தமனி (Axillary artery)
(ஆ) அக்குள் சிரை (Axillary vein)
(இ) கைக்குச் செல்லும் நரம்புகள்
(ஈ) கை நரம்புகளின் பின்னல் (Brachial plexus)
(உ) முலையின் வால்பகுதி (Tail of breast)
(ஊ) அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Axillary nymph glands)

அக்குள் சுரப்பிகளின் வகைகள்

அக்குளில் அமைந்த சுரப்பிகள் இரு வகைப்படும். அவையாவன:

(அ) அக்குளின் தோலில் அமைந்த சுரப்பிகள்.
(ஆ) அக்குளின் உள்ளே அமைந்த நிணநீர்ச்சுரப்பிகள்.

அக்குளின் தோலில் அமைந்த சுரப்பிகள்

அக்குளின் தோல் நுண்மையான தோல் வகையைச் சேர்ந்ததாகும். இங்கு மயிர்க்கால்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் உள்ளன. இவை 15 வருட வயது அளவில் அதிகமாக வெளித் தோன்றத் தொடங்கும். பொதுவாக அக்குளின் தோலில் இருவகைச் சுரப்பிகள் உள்ளன. அவையாவன:

(அ) எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் (Sebaceous glands)
(ஆ) வியர்வைச் சுரப்பிகள் (Sweat glands)

எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள். இவ்வகைச் சுரப்பிகள் எங்கெல்லாம் தோலில் மயிர்க் கால்கள் உள்ளனவோ அங்கெல்லாம் அமைந்திருக்கின்றன. இவை ஸீபம் (Sebum) எனும் கொழுப்புப் பொருளைச் சுரந்து தோல் மிருதுவாக இருக்க உதவுகின்றன. இவை அக்குள் பகுதியிலும் உள்ளன என்பதைத் தவிர எந்த விதமான சிறப்புத் தன்மையும் இல்லை.

வியர்வைச் சுரப்பிகள். வியர்வைச் சுரப்பிகள் இரண்டு வகைப்படும். அவையாவன:

(அ) எக்கிரைன் சுரப்பிகள் (Eccrine glands)
(ஆ) அப்போக்கிரைன் சுரப்பிகள் (Apocrine glands)

எக்கிரைன் வகை வியர்வைச் சுரப்பிகள். இவை தோலில் எல்லா இடங்களிலும் உள்ளன. இவை வியர்வையை இரத்தத்திலிருந்து பிரித்து வெளியே கொட்டுகின்றன. வியர்வை, உடலின் வெப்ப நிலையை ஒரே சீராக வைத்திருக்க உதவுகிறது. இவை அக்குள் பகுதித் தோலில் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலும், மிகவும் பருத்தும்,உள்ளன.

அப்போக்கிரைன் வகை வியர்வைச் சுரப்பிகள். தோலில் ஒரு சில இடங்களில், குறிப்பாக அக்குள் பகுதியில் உள்ளன. இவ்வகைச் சுரப்பிகள் அக்குள்பகுதி தவிர மார்பு, முலைக் காம்பு, கண் விழி இதழ்கள், புற இன உறுப்புப் பகுதி முதலிய இடங்களில் மட்டுமே உள்ளன. இவ்வகைச் சுரப்பிகள் பல சிறப்புக் குணங்களைப் பெற்றுள்ளன. இவை சுரக்கும் வியர்வை சாதாரண வியர்வையிலிருந்து வேறுபட்டது. இது ஸ்டீராய்டு (Steroids) எனும் பொருள் அடங்கிய கொழுப்புப் போன்ற திரவமாகும். இது உடலின் வெப்பநிலையைச் சீராக வைத்திருக்கும் வேலையைச் செய்வதில்லை. இந்த நீர்மம் ஒருவிதமான மணம் தரும். பாலூட்டி வகை மிருகங்களில் இது இனக்கவர்ச்சி அலுவலையும், இனம் அறிந்து கொள்ளும் அலுவலையும் செய்கிறது. மனிதர்கள் தினமும் குளித்துச் சுகாதார முறைப்படி வாழ்வதால் இந்த நீர்மம் தன் வேலையைச் செய்ய இயலவில்லை என்று நம்பப்படுகிறது.

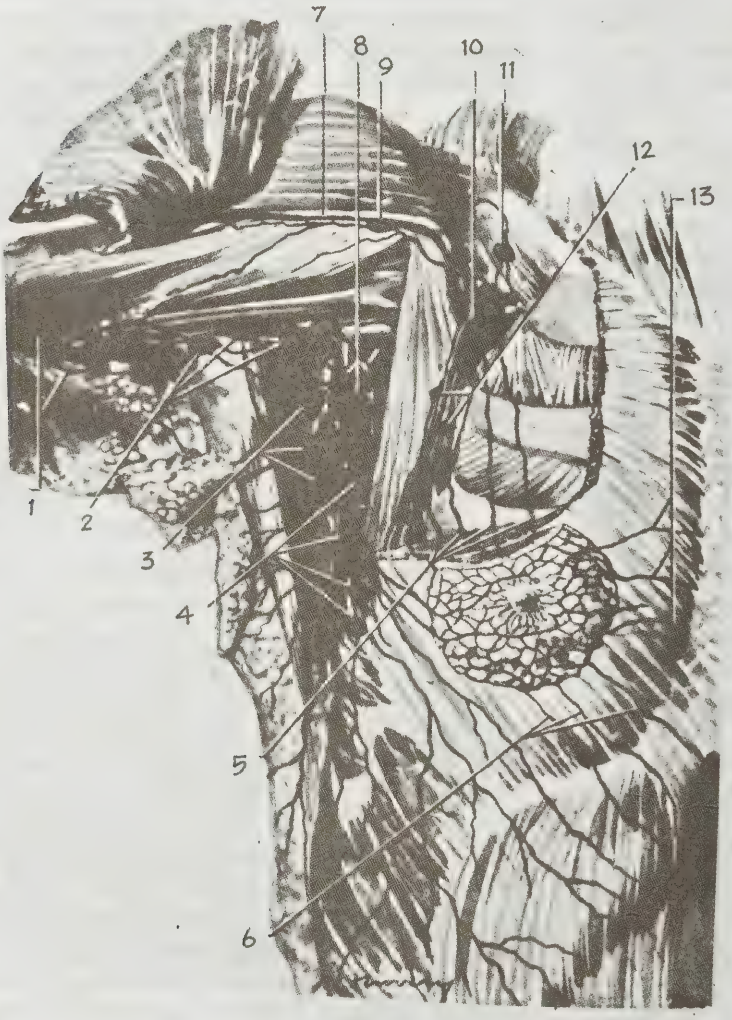
அப்போக்கிரைன் வகை வியர்வைச் சுரப்பிகள் அக்குள் பகுதியில் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலும், மிகவும் பருத்தும் உள்ளன. பெண்களுக்கு மாதவிடாய் சமயம் இவை தம் அமைப்பில் மாற்றங்களைக் காட்டுகின்றன. இவ்வகைச் சுரப்பிகளும் மயிர்க்கால்களை ஒட்டியே அமைந்துள்ளன. அப்போக்கிரைன் வகை வியர்வைச்

சுரப்பிகளை அக்குளின் சிறப்புச் சுரப்பிகளாகக் கருதலாம்.

அக்குளின் உள்ளே அமைந்த நிணநீர்ச் சுரப்பிகள்

அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் மிகவும் சிறப்பானவை. இவைதாம் முலை, மார்புப் பகுதி, தொப்புளுக்கு மேலாக உள்ள வயிற்றின் வெளிப்பகுதி, கைப்பகுதி, கழுத்துப் பகுதி முதலிய உடலின் பல பாகங்களிலிருந்து அல்லது 'அண்டைக் கட்டு' என்று சாதாரணமாக அழைக்கிறோம்.

அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் மற்ற நிணநீர்ச் சுரப்பிகளைப் போல நிணநீரை வடிகட்டி அனுப்பும் நிணநீர்த் திசுத் தண்டுகளே. இவை மேலே சொல்லப்பட்ட பகுதிகளிலிருந்து நிணநீரைப் பெற்று அவற்றில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளையும், அசுத்தங்களையும் வடிகட்டிச் சுத்தமான நிணநீரை மேலே அனுப்புகின்றன.



1. தோளிலிருந்து வரும் நிணநீர் நாளங்கள்,
2. பக்க அக்குள் நிணநீர்க் கணுக்கள்,
3. சிறகெலும்பின் கீழுள்ள அக்குள் கணுக்கள்,
4. மார்பு (முன்) நிணநீர்க் கணுக்கள்,
5. பால்சுரப்பியின் ஆழ்பகுதியில் உள்ள நிணநீர் நாளங்கள்,
6. பக்க மையக் கணுக்களோடு தொடர்பு கொள்ளும் நிணநீர் நாளங்கள்,
7. தலைச் சிரை,
8. அக்குள் மையக் கணுக்கள்,
9. தோள்-மார்பு இடைக்கணுக்கள்,
10. காரை எலும்பின் கீழுள்ள கணுக்கள்,
11. காரை எலும்பின் மேல்திசுவிலுள்ள நிணநீர்க் கணுக்கள்,
12. மார்புத் தசைகளின் இடைக்கணுக்கள்,
13. மார்பெலும்பை நோக்கி ஓடும் நிணநீர் நாளங்கள்.

அக்குளின் அமைப்பும் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளும்

கொண்டு வரப்படுகின்ற நிணநீரைச் சுத்தம் செய்து வடிகட்டிக் கழுத்து நிணநீர்க் குழாய்களுக்கு அனுப்புகின்றன. இந்தப் பகுதிகளில் நோய் கண்டால் அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் பருமனாகி வலி கொடுக்கின்றன. இதை 'நெறி கட்டிக் கொள்ளுதல்' (Lymphadenitis)

அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் அக்குளில் உள்ள நரம்புகளுடனும், இரத்தக் குழாய்களுடனும் நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதால் நோய் நிலைகளில் இவற்றின் முக்கியத்துவம் அதிகமாகிறது. தொட்டும், தடவியும் பார்க்கும் பரீட்சைத் துறையில் சாதாரணமாக அக்குள்

சுரப்பிகள் ஆரோக்கியமான நிலையில் தெளிவாகத் தென்படுவதில்லை. ஆனால் நோயுற்ற நிலையில் இவை பருத்து நிலக்கடலை முடிச்சுக்கள் போலத் தென்படும்.

அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளின் வகைகள்.

அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளை அவை அமைந்திருக்கும் நிலையைப் பொறுத்துக் கீழ்க்கண்ட முறையில் வகைப்படுத்தலாம்.

(அ) முன் அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Anterior axillary lymph glands)

(ஆ) பின் அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Posterior axillary lymph glands)

(இ) வெளி அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Lateral axillary lymph glands)

(ஈ) நடு அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Central axillary lymph glands)

(உ) மேல் அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Apical axillary lymph glands)

முன் அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் வகையில் நான்கு அல்லது ஐந்து நிணநீர்ச்சுரப்பிகள் உள்ளன. இவை பெக்டோரலில் மைனர் தசையின் வெளி விளிம்பை ஒட்டி அமைந்துள்ளன. இவை கீழ்க்கண்ட பகுதிகளிலிருந்து நிணநீரைப் பெற்று வடிகட்டி அனுப்புகின்றன.

(அ) தொப்புளுக்கு மேல் உள்ள உடலின் முன் பகுதியின் தோல், தசைகள், அவற்றைச் சார்ந்த திசுக்கள்.

(ஆ) முலை—குறிப்பாக நடுப்பகுதியும், வெளிப் பகுதியும்.

இந்த அக்குள் சுரப்பிகளில் வடிகட்டப்பட்ட நிணநீர், மேல் (முனை) அக்குள், நடு அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றது. பால் சுரப்பி புற்று நோயால் பாதிக்கப்பட்டால் நோய் முதன் முதலாகப் பரவுவது இந்த வகை நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்குத்தான்.

பின் அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் வகையில் ஆறு அல்லது ஏழு நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் உள்ளன. இவை அக்குளின் பின் சுவரில் உள்ள இரத்தக் குழாய்களை ஒட்டி உள்ளன. இவை இடுப்புக்கு மேல் உள்ள பின் புறப் பகுதியின் தோலிலிருந்தும், தசைகளிலிருந்தும் நிணநீரைப் பெற்று வடிகட்டிப் பின் நிணநீரை நடு அக்குள், மேல் (முனை) அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்கு அனுப்புகின்றன.

வெளி அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் வகையில் நானிலிருந்து ஆறு நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் அக்குள் சிரையின் உட்பகுதியையும், வெளிப்பகுதியையும் ஒட்டி அமைந்துள்ளன. இவை கைப்பகுதி முழுவதிலிருந்தும் நிணநீரைப் பெற்று வடிகட்டி நடு அக்குள், முனை அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்கும், அடிக்கழுத்து நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்கும் அனுப்புகின்றன.

நடு அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் வகையில் மூன்று அல்லது நான்கு நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் உள்ளன. இவை அக்குளின் நடுப்பகுதியில் உள்ள கொழுப்புப் பட்டையில் உள்ளன. இவை முன்னே கூறப்பட்ட மூன்று வகை அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளிடமிருந்தும் நிணநீரைப் பெற்று வடிகட்டி மேல் அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்கு அனுப்புகின்றன. இன்டர்காஸ்டிகோ பிரேக்கியல் நரம்பு (Intercostico Brachial nerve) இந்தச் சுரப்பிகளின் நடுவே செல்கிறது. எனவே இந்தச் சுரப்பிகள் பாதிக்கப்பட்டால் மேல் கைப்பாகத்தில் தீவிரமான வலி உண்டாகலாம்.

மேல் அக்குள் அல்லது அக்குள் முனை நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் ஆறிலிருந்து பன்னிரண்டு வரை உள்ளன. இவை பெக்டோரலிஸ் மைனர் தசைக்குப் பின்னால் அக்குள் சிரைக்கு உட்பகுதியில் அமைந்துள்ளன. இந்த வகை நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் மிக முக்கியமானவை. மற்ற எல்லா அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளிடமிருந்தும் வரும் நிணநீரானது மார்பு நிணநீர்க் குழாய்க்கும், சிரைக்கும் அனுப்பப்படுகின்றது.

அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளின் முக்கியத்துவம்

இவை நோய் நிலையை அறிய நல்ல குறிகளாக உள்ளன; முலைப் புற்று நோய் கண்டவர்களுக்கு எந்தவிதமான சிகிச்சை அளிக்க வேண்டும் என்பதை முடிவு கட்ட வழிகாட்டிகளாக உள்ளன. காச நோய் நேராக அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளைத் தாக்கலாம். இவை இரத்தக் குழாய்களை அழுத்தினால் கை முழுவதும் வீக்கம் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. இவை நரம்புகளை அழுத்தலாம். அதனால் வலியோ அல்லது கையில் தொய்வோ ஏற்படலாம்.

அக்குள் பகுதியைச் சுத்தமாக ஆரோக்கிய நிலையில் வைத்திருக்க வேண்டியது அவசியம். அக்குள் பகுதியில் தோல் அசுத்தமாக இருப்பின் தோல் சுரப்பிகளின் குழாய்கள் அடைபட்டுச் சீழ்க்கட்டிகள் உண்டாக வாய்ப்பு உண்டு. அக்குள் பகுதியில் வலி ஏற்படின்—குறிப்பாகப் பெண்கள்-அதைச் சாதாரணமாக நினைக்காமல் வேண்டிய மருத்துவ ஆலோசனை பெறுவது நலம். அக்குள் சுரப்பிகள் செயலால் பயனுள்ளவையாக இருப்பதோடு நோய்களின் தன்மை அறிய வழிகாட்டியாகவும் உள்ளன.

எஸ்.லெ.

நூலோதி

Christensen/Telford, *Synopsis of Gross Anatomy With Clinical Correlation* – Third Edition, Harpen & Row Publication, 1981.

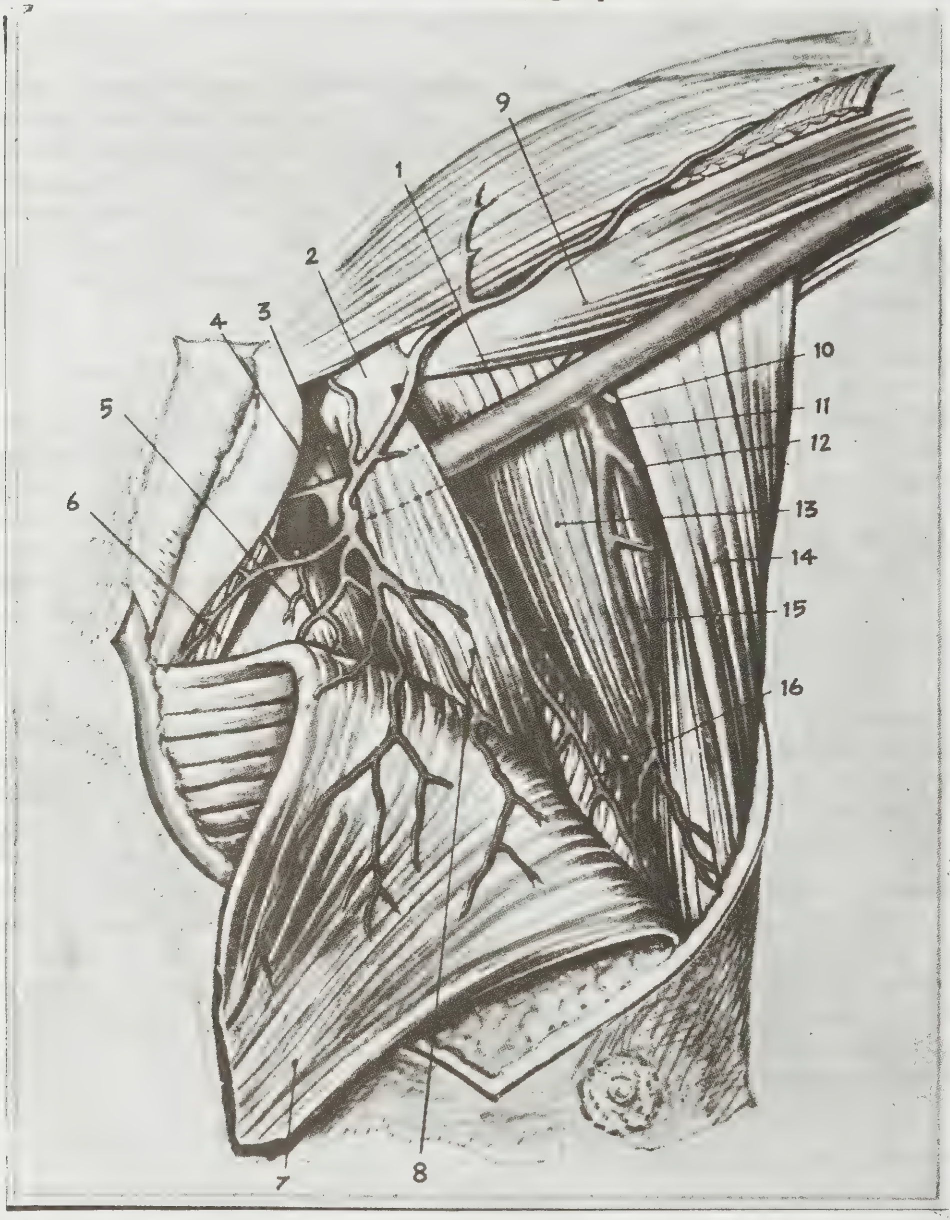
Cunningham, *Text Boox of Anatomy,* 12th Edition, Oxford press-1981.

அக்குள் தமனி

அக்குள் தமனி (Axillary Artery), சப்கிளேவியன் (Sub clavian) தமனியின் தொடர்ச்சி ஆகும். இது அக்குள் பாகத்தில் செல்வதால் அக்குள் தமனி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்தத் தமனியின் தொடர்ச்சி கையின் மேற்பாகத்தில் பிரேக்கியல் (Brachial) தமனி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பாதை. அக்குள் தமனியானது கூம்பு வடிவத்திலுள்ள அக்குள் பரப்பின் மேல் முனையில் ஆரம்பித்து அதன் வெளிச்சுவர் பக்கமாகக் கீழ்நோக்கிச் செல்கிறது. அப்படிச் செல்லும்போது அது தோள் மூட்டு, ஹியுமரஸ் (Humerus) எலும்பு இவற்றின் உள்பக்கமாகச் (Medial side) சென்று பெரிய 'டீரிஸ்' தசையின் கீழ் விளிம்பில் முடிகிறது. இதன் தொடர்ச்சி பிரேக்கியல் தமனி ஆகும்.

அக்குள் தமனியின் பாகங்கள்



1. அக்குள் தமனி,
2. கொரக்காய்டு மேடு,
3. மார்பு- அக்ரோமியத் தமனி,
4. அக்குள் தமனி,
5. மார்பறை மேல் தமனி,
6. காரை எலும்பு கீழ்த் தசை,
7. மார்பு பெருந்தசை,
8. மார்பு சிறுதசை,
9. இருதலைத் தசையின் குறுந் தலை,
10. தோள்பட்டைப் பின்வளைவுத் தமனி,
11. இறக்கை எலும்பு கீழ்த் தமனி,
12. இறக்கை எலும்பு வளைவுத் தமனி
13. இறக்கை எலும்பு கீழ்த் தசை,
14. மார்பு பக்கத் தசை,
15. மார்பு பின் தமனி,
16. மார்பு பக்கத் தமனி.

பரப்பு. இத்தமனி முதல் விலா எலும்பின் வெளி விளிம்பிலிருந்து தொடங்கி "பெரிய டீரிஸ்" (Teres major) தசையின் கீழ் விளிம்பில் (Lower border) முடிவடைகிறது.

திசை. கை உடலின் பக்கவாட்டில் உடலோடு ஒட்டிய நிலையில் அக்குள் தமனி மேற்புறமாகக் குவிந்தும், கை நீட்டிய நிலையில் நேர்க்கோட்டிலும், கையைத்தூக்கிய நிலையில் மேற்புறம் குழிவாகவும் அமைந்துள்ளது.

அக்குள் தமனியின் கிளைகளையும், அதனை அடுத்துள்ள பாகங்களுக்கும் அதற்கும் உள்ள தொடர்பையும் நன்கு அறிந்து கொள்ள இத்தமனியை மூன்று பாகங்களாகப் பிரித்து விவரிக்கலாம். சிறிய 'பெக்டரல்' (Pectoralis minor) தசை இந்தத் தமனியை மூன்று பாகங்களாகப் பிரிக்க உதவுகிறது. இத்தசைக்கு உட்புறமாக அமைந்துள்ள பாகம் முதல் பாகமென்றும், பின்னுள்ள பாகம் இரண்டாம் பாகமென்றும், வெளிப்புறமாக உள்ள பாகம் மூன்றாம் பாகம் என்றும் கொள்ளலாம்.

தொடர்புகள். அக்குள் தமனியும், சிரையும், பிரேக்கியல் பின்னலின் தண்டுகளுடன் (Cords of brachial plexus) கழுத்து ஆழ இழைமத்தின் (Deep cervical fascia) தொடர்ச்சியான அக்குள் உறையினால் (Axillary sheath) சூழப்பட்டுள்ளன.

முதல் பாகத்தின் தொடர்புகள்

முன்னால் (Anterior)	:	தோல்,
	:	இழைமம்,
	:	மேல், 'கிளாவிகுலர்' (Supra-clavicular) நரம்புகள்,
	:	பெரிய 'பெக்டரல்' (Pectoralis major) தசையின் வெளிப்
	:	பாகம்,
	:	'கிளாவிபெக்டரல்' இழைமத்தைத் (Clavi pectoral fascia) துளைக்கும் வெளி 'பெக்டரல்' (Lateral pectoral) நரம்பு,
	:	செபலிக்சிரை (Cephalic vein),
	:	அக்ரோமியோ தொராசிக் தமனி (Acromiothoracic artery),
	:	நிணநீர் நாளங்கள் (Lymphaties),
பின்னால் (Posterior)	:	முன் 'செரேடஸ்' (Serratus anterior) தசையும், அதன் நரம்பும்.
		முதல் விலா எலும்பு இடைவெளியும், அதன் தசைகளும்,
வெளிப்புறம்	:	பிரேக்கியல்பின்னலின்வெளித் தண்டும், பின்தண்டும்,
உட்புறம்	:	அக்குள் சிரை, உள்பெக்டரல் நரம்பு ஆகியவை.

இரண்டாம் பாகத்தின் தொடர்புகள்

முன்னால்	:	தோல், இழைமம், சிறிய 'பெக்டரல்' தசை
பின்னால்	:	பிரேக்கியல் பின்னலின் பின் தண்டு கீழ் 'ஸ்கேபுலர்' (Subscapular) தசை
வெளிப்புறம்	:	பிரேக்கியல்பின்னலின் வெளித் தண்டு 'கொரகோ பிரேகியாலிஸ்' (Coraco brachialis)
உட்புறம்	:	பிரேக்கியல் பின்னலின் உள் தண்டு, அக்குள் சிரை ஆகியவை.

மூன்றாம் பாகத்தின் தொடர்புகள்

முன்னால்	:	தோல், இழைமம், மீடியன் நரம்பின் (Median nerve) உள் கிளை
பின்னால்	:	பின்தண்டின் கிளைகள் லேடிஸ்மஸ் டார்சை (Latissmus dorsi) தசை பெரிய 'டீரிஸ்' தசை
வெளிப்புறம்	:	வெளித்தண்டின் கிளைகள்
உட்புறம்	:	உள் தண்டின் கிளைகள்

முதல் பாகத்தின் கிளை

(அ) மேல் மார்புக் கிளை (Superior thoracic branch). இது மேல் நோக்கிச் சென்று மேலிரண்டு விலா எலும்பு இடைவெளிகளுக்கு இரத்தம் கொடுக்கிறது. இது உள் மார்புத் தமனியோடும் (Internal thoracic artery), விலா தமனிகளோடும் இணைந்திருக்கிறது (Anastamosis).

இரண்டாம் பாகத்தின் கிளைகள்

(அ) அக்ரோமியோ தொராசிக் தமனி. இது நான்கு கிளைகளைக் கொண்டது. இவை பெக்டரல் கிளை, அக்ரோமியன் கிளை (Acromion branch), கிளாவிகுலர், டெல்டாய்டு கிளை (Deltoid branch) என்பன. இவை இங்குள்ள தசைகளுக்கும், மற்ற திசுக்களுக்கும், ஊட்டமளிக்கின்றன.

(ஆ) **வெளி மார்புக் கிளை** (Lateral thoracic branch)

இது சிறிய 'பெக்டரல்' தசையின் கீழ் விளிம்போடு சென்று மார்பின் வெளிப்பக்கத்திற்கும், அங்குள்ள தசைகள், நிணநீர்க் கழலைகள் (Lymph nodes) ஆகிய வற்றிற்கும் இரத்தம் கொடுக்கிறது. இது அக்ரோமியோ தொராசிக் தமனியின் பெக்டரல் கிளையோடும் (Pectoral branch) உள்மார்புத் தமனி, கீழ் 'ஸ்கேபுலர்' தமனி, விலா தமனிகள் இவற்றோடும் இணைகிறது.

மூன்றாவது பாகத்தின் கிளைகள்

(அ) **கீழ் 'ஸ்கேபுலர்' கிளை** (Sub-scapular branch)

இது கீழ் விளிம்பில் தொடங்கிக் கீழ் நோக்கிச் சென்று ஸ்கேபுலர் இணைப்பில் சேர்கிறது. இது லேடிஸ்மஸ் டார்சை தசை நரம்பை ஒட்டிச் செல்கிறது. இதன்

பெரிய முக்கிய கிளை ஸ்கேபுலர் வளைத் தமனியாகும். (Circumflex scapular artery).

(ஆ) முன் வளைவு ஹியுமரல் தமனி (Anterior circumflex humeral artery):

இந்தச் சிறிய கிளை பின் வளைவு ஹியுமரல் தமனியோடு (Posterior circumflex humeral artery) இணைகிறது.

(இ) பின் வளைவு ஹியுமரல் தமனி

இது அக்குள் நரம்பைத் (Axillary nerve) தொடர்ந்து சென்று ஒரு நாற்கோள வடிவமுள்ள இடைவெளியில் நுழைந்து முன்வளைவு ஹியுமரல் தமனியோடு இணைகிறது.

மேலொட்டு உடற்கூறு (Surface anatomy)

கை உடலோடு 90° கோணத்தில் இருக்கும் அமைப்பில் காரை (Clavicle) எலும்பின் மையப்புள்ளியையும், எபிகாண்டைல்ஸ் கிளையை (Epicondyles) இணைக்கும் கோட்டின் மையப்புள்ளியையும் இணைக்கும் கோட்டில் இத்தமனியின் பாதை அமைந்திருக்கிறது.

பல்வேறுபட்ட அமைப்புகள் (Variations)

(அ) ஏலார் (Alar) கிளை என்ற நிணநீர்க் கழலைகளுக்குச் செல்லும் ஒரு கிளை காணப்படலாம்.

(ஆ) இதன் கிளைகள் ஒரே தண்டிலிருந்து தொடங்கலாம்.

(இ) பிரேக்கியல்தமனியின்முடிவுக் கிளைகளான அல்நார் (Ulnar) தமனியும், ரேடியல் (Radial) தமனியும் அக்குள் தமனியின் கிளைகளாக அமையலாம்.

(ஈ) இதன் கிளைகள் பிரேக்கியல் தமனியின் கிளையான புரபண்டா பிரேக்கியல் தமனியிலிருந்து (Profunda brachial artery) தொடங்கலாம்.

பயன்படும் உடற்கூறு (Applied anatomy)

(அ) ஸ்கேபுலர் இணைப்பு. அக்குள் தமனியின் மூன்றாவது பாகத்தின் கிளைகளுக்கும், சப்கிளேவியன் தமனியின் முதல் பாகத்தின் கிளைகளுக்கும் இடையே இந்த இணைப்பு அமைந்துள்ளது. அக்குள் தமனியின் கிளையான கீழ் ஸ்கேபுலர் தமனியின் பெரிய கிளையான ஸ்கேபுலர் வளைவுத் தமனி, சப்கிளேவியன் தமனியின் கிளையான தைரோ செர்விகல் தமனியின் (Thyro cervical artery) கிளைகளான மேல் ஸ்கேபுலர் தமனி, பின் ஸ்கேபுலர் தமனி (Dorsal scapular artery) இவைகளோடு இணைப்புக் கொள்வதால் சப்கிளேவியன் தமனிக்கும், அக்குள் தமனிக்கும் இடையே ஏதேனும் அடைப்பு ஏற்படினும் கைக்குத் தொடர்ந்த இரத்த ஓட்டம் தடையில்லாமல் செல்லும்.

(ஆ) அக்குள் தமனி அதன் கீழ்ப்பாகத்தில் ஹியுமரஸ் எலும்போடு சேர்த்தாற்போல் அழுத்தி விபத்தினால் இதிலிருந்து ஏற்படும் இரத்தக் கசிவைத் தடுத்து நிறுத்தலாம்.

(இ) அக்குள் தமனி தோள் மூட்டின் உறையோடு (Capsule) ஒட்டியிருக்குமாயின் தோள் மூட்டைப் பொருத்த முயலும்போது விலகிப் பாதிக்கப்படலாம்.

கு. து.

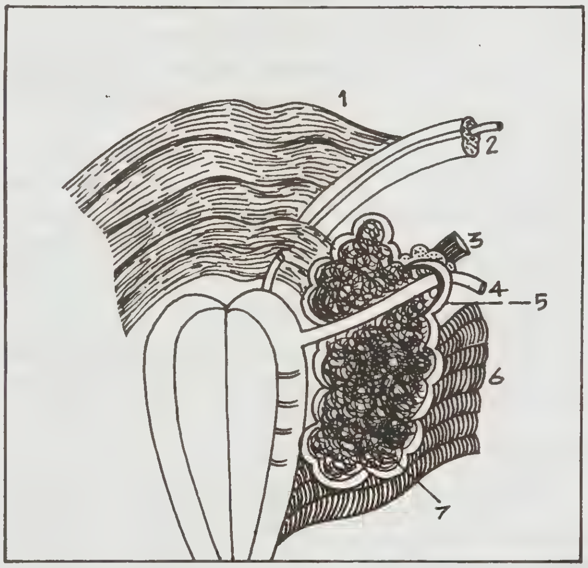
நூலோதி

Cunningham, *Text Book of Anatomy*, 1981 Edition

Green & Silver, *An Introduction to Human Anatomy*, Oxford Publication, 1981 Edition.

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா (Acoustic neuroma) என்பது செவி நரம்பில் ஏற்படும் வளர்ச்சிக் கட்டியாகும் (Benign tumour of VIII cranial nerve). நியுரினோமா (Neurinoma), சுவானோமா (Schwanoma), நியுரிலெம்மோமா (Neurilemmoma), நியுரோ பைப்ரோமா (Neurofibroma), பெரிநியுரல்ஃபைப்ரோ பிளாஸ்டோமா (Perineural fibroblastoma) என்ற பல பெயர்

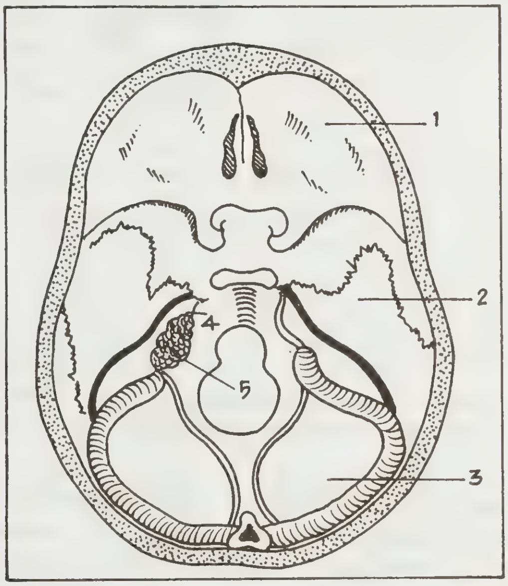


1. பான்ஸ், 2. ஐந்தாவது மூளைநரம்பு, 3. எட்டாவது மூளைநரம்பு, 4. ஏழாவது மூளைநரம்பு, 5. உட்செவிக் குழலின் வாயில், 6. சிறுமூளை, 7. அக்கூஸ்டிக் நியூரோமாக் கட்டி.

சிறுமூளை(Cerebellum), பான்ஸ் (pons) ஆகியவற்றிற் கிடையே ஏற்படும் கோணப் பகுதியில் அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா கட்டியின் வளர்ச்சி.

களும் இதற்கு உண்டு. ஒரு பக்கச் செவித்திறன் இழப்பும் (unilateral deafness) செவியில் இரைச்சல் (tinnitus) ஏற்படுதலும் இந்நோயின் அறிகுறிகள். மண்டை

ஓட்டிற்குள் வளரும் கட்டி வகைகளில் (Intra cranial tumours) எட்டு விழுக்காடு கட்டிகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. மூளையின் செரிபெல்லம் (Cerebellum) எனப்படும் சிறு மூளை, பான்ஸ் (pons) ஆகியவற்றிற்கு இடையில் இரண்டு பக்கத்திலும் ஏற்படும் கோணப் பகுதியில் (cerebello pontine angle) வளரும் கட்டி வகைகளுள் அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா என்பது 80 விழுக்காடு ஆகும். ஆண்களைக் காட்டிலும் பெண்களிடையே அதிக அளவு தோன்றக்கூடியது. (பெண்: ஆண் :: 3:2) பொதுவாக, 30 வயதில்இருந்து 40 வயது வரம்பில் உள்ளவர்களில் அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா நோய் காணப்படுகிறது. பெரும்பாலும், இது ஒரு பக்கச் செவி நரம்பில் ஒற்றைக் கட்டியாக வளர்ச்சி அடைகிறது. ஆனாலும், சிலரின் இரு பக்கச் செவி நரம்பிலும் வளர்ச்சி ஏற்படுவது உண்டு. குறிப்பாக, பாரம்பரிய நியுரோ பைப்ரோமடோசிஸ் ((Familial neurofibromatosis) அல்லது வான் ரெக்லிங் ஆன்சன் நோய் (Von recling Hansen's disease) உள்ளவர்களில் இரு பக்கமும் உள்ள செவி நரம்புகளிலும் இக் கட்டி வளர்ச்சி அடையக்கூடும்.



1. மண்டை ஓட்டின் உள்தளம், 2. மண்டை ஓட்டின் நடுக் குழிவு, 3. மண்டை ஓட்டின் பின் குழிவு, 4. உட்செவிக்குழலின் வாயில், 5. அக்கூஸ்டிக் நியூரோமாக்கட்டி.

மண்டை ஓட்டின் உள்தளம் (internal surface of base of skull)

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா நோய்க்குறியியல் (Pathology of acoustic neuroma)

எட்டாவது மூளை நரம்பின் வெளி உறை சவ்வில் (Neurilemma sheath of schwann) வளர்ச்சி அடையும் இக் கட்டி, மிக மெதுவாக வளரும் தன்மை உடையது. சிலரிடம் 30 ஆண்டுகள் கூட நோயின் அறிகுறி ஏதும் இன்றி இக்கட்டி வளரக் கூடும். எட்டாவது மூளை நரம்பு (1) வெஸ்டிபுலார் (Vestibular), (2) காக்லியார் (Cochlear) என இரு பகுதிகளாக உள்ளது. அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா பெரும்பாலும் வெஸ்டிபுலார் பகுதியில் தோன்றுகிறது. காக்லியார் பகுதியில் ஏற்படும்போது அதிவிரையில் செவித்திறன் இழப்பு ஏற்படுகிறது. மிக அதிக வளர்ச்சி அடைந்த கட்டி 5 அல்லது 7 செண்டிமீட்டர் விட்டம் அளவுடையதாய் இருக்கும். இக்கட்டியானது அன்டோனிவகை 'ஏ' (Antoni type A) அல்லது அன்டோனிவகை 'பி' (Antoni type B) என்ற இரண்டு பிரிவுகளில் அடங்கும்.

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா — நோயின் அறிகுறிகள் (Acoustic neuroma - clinical features)

1. செவியில் இரைச்சல் ஏற்படுதல்
2. ஒரு பக்கச் செவித்திறன் இழப்பு
3. மயக்கம் (giddiness), தலைச்சுற்றல் (dizziness)
4. செவியில் நமைச்சலும் வலியும் ஏற்படுதல்

நோய் முற்றிய நிலையில் ஐந்தாவது மூளை நரம்பின் உணர்வுப் பகுதியில் அழுத்தம் ஏற்படுவதால், முகத்தில் ஒரு பக்க உணர்வு இழப்பு ஆகியவை இக்கட்டியின் அறிகுறிகள் ஆகும். கட்டியின் வளர்ச்சியினால் முதலில் உட்செவிக்குழலில் (Internal auditory canal) அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. பின்னர், மண்டை ஓட்டின் பின் குழிவில் (Posterior cranial fossa) உள்ள மூளைப் பகுதியாகிய சிறுமூளையில் அழுத்தம் ஏற்படுகின்றது. அதனால், குழறிய பேச்சு, தள்ளாட்டம் (Ataxia), கைகளின் தசைகள் ஒருங்கிணைந்து செயல்படும் தன்மை இழப்பு போன்ற அறிகுறிகள் தோன்றும். மேன்மேலும் வளர்ச்சி அடையும்போது மூளைத்தண்டுவட நீரின் (Cerebro - spinal fluid) ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்பட்டு, மண்டையின் உள் அழுத்த உயர்வினால் (increased intra - cranial pressure) தலைவலி, குமட்டல் (nausea), வாந்தி, மூளையின் செயல்பாடுகளில் மந்தநிலை போன்ற அறிகுறிகள் ஏற்படும்.

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா நோயை உணர்தல்

இந்நோயைக் கண்டறியப் பலவகை ஆய்வு முறைகள் உள்ளன. அவை காக்லியார் பகுதிக்கான ஆய்வு, வெஸ்டிபுலார் பகுதிக்கான ஆய்வு, நரம்பு மண்டல ஆய்வு, எக்ஸ் கதிர், பாலிடோமோகிராபி (polytomography), ஈ. எம். ஐ. ஸ்கேன் (EMIScan), தண்டுவட நீர்ச் சோதனை (Lumbar puncture) என்பன.

காக்லியார் பகுதிக்கான ஆய்வு முறைகள்

தனிப்பட்ட செவித்திறன் ஆய்வுகளில் (special audiometry tests) உச்ச அலைகளில் செவித்திறன் இழப்பு (high tone loss in pure tone audiometry), வாய்ச் சொற்களைப் பிரித்து உணரும் தன்மை ஆகியவை குறைந்து காணப்படும். பெக்சி (bekesy) செவித்திறன் ஆய்வுகளில் மூன்று, நான்காம் வகைத்தோற்றங்கள் இருக்கும். இதில் ABLB, SISI போன்ற ஆய்வுகள் பயன்படுத்தப்படும்.

வெஸ்டிபுலார் பகுதிக்கான ஆய்வுகள்

வெப்பச் சோதனையில் (Caloric tests) கண்களில் ஏற்படும் அசைவுகள் குறைதல் அல்லது இல்லாதிருத்தலும்,

எலக்ட்ரோ நிஸ்டாக்மோ கிராபியில் (electro nystagmography—E.N.G.) தூண்டுதல் இன்றித் தானே இயங்கும் கண் அசைவுகள் தோன்றுதலும் அக்கூஸ்டிக் நியுரோமாக் கட்டியின் நோய்க்குறிகள் ஆகும்.

நரம்பு மண்டல ஆய்வில் தெரியக் கூடிய நோய்க்குறிகள்

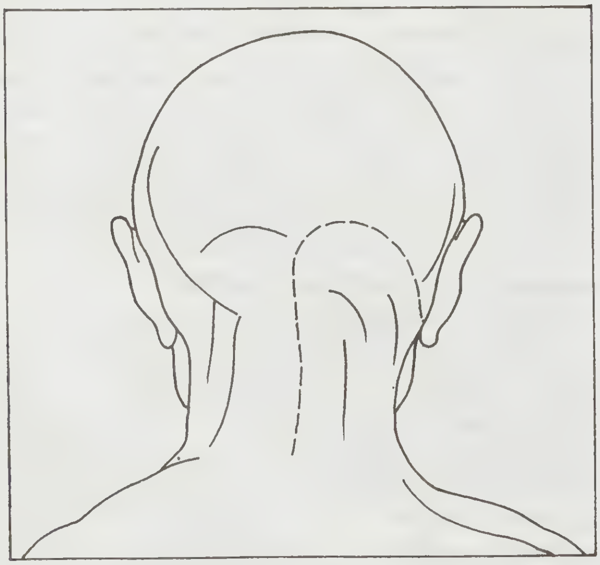
விழி அக நோக்கியில் (Ophthalmoscope) பார்த்தால் மண்டை ஓட்டின் உள் அழுத்த உயர்வினால் கண் விழியகத்தட்டு தெளிவின்றித் தெரிதல் (blurring of optic disc), கண் அசைவுகள் பாதிப்பு (impaired occulomotor functions), முகத்தில் தசைகளின் அசைவு, சக்தி குறைதல் ஆகிய இந்நோய்க்கான அறிகுறிகள் தெரியும்.

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா கட்டியின் அளவையும், இருக்கும் இடத்தினையும் கண்டறியக் கதிர்வீச்சு பாலிடோமோகிராபி, மைலோகிராபி (myelography), ஈ எம்.ஐ. ஸ்கான் ஆகிய நவீன கருவிகளும் ஆய்வு முறைகளும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிறுமூளை, பான்ஸ் ஆகியவற்றின் இடையில் இருபுறமும் ஏற்படும் கோணப்பகுதியில் ஏற்படக்கூடிய கட்டிகள் ஆறு வகைப்படும்.

1. அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா
2. மூளை உறைகட்டி (meningioma)
3. எபிடெர்மாய்டு (Epidermoid)
4. புற்றுநோயில் தோன்றும் ஒருவகைக் கட்டி (Metastatic neoplasm)
5. கிளையோமா (Glioma)
6. இரத்தக் குழாய்களில் ஏற்படும் விரிவு (Aneurism of the arteries)

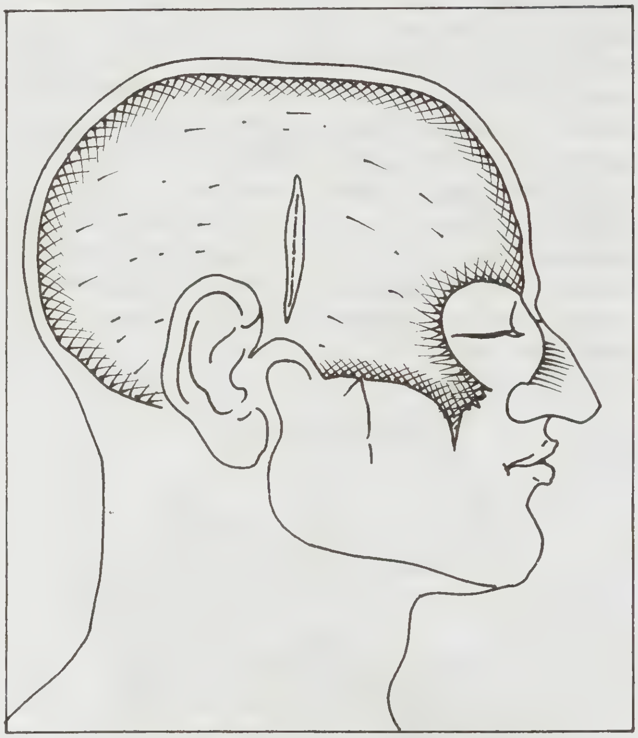
இவற்றிலிருந்து அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா கட்டியைப் பிரித்து அறிய, முன்னர் சொல்லப்பட்ட பல வகையான ஆய்வுகளையும் செய்தல் வேண்டும்.



செவியின் பின்புறம் மண்டை ஓட்டைத் திறந்து சமநிலைக் கருவியின் ஊடே கட்டியை அணுகுதல் (trans-labyrinthine approach)

சிகிச்சை முறை:

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா நோய் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டால், அதனை அறுவை முறையால் அகற்ற வேண்டும். கட்டியின் அளவு, நரம்பில் அது வளர்ந்திருக்கும் பகுதி, இவற்றைப் பொறுத்து அறுவை முறை முடிவு செய்யப்படுகிறது. பொதுவாக, நரம்பு மண்டல அறுவை மருத்துவர்களும் காது, மூக்கு, தொண்டை



மண்டையின் பக்கவாட்டு எலும்பைத் (temporal bone) திறந்து நடுக்குழிவை அணுகுதல் (middle cranial fossa approach)

அறுவை மருத்துவர்களும் அறுவைக்கென்று பயன்படுத்தும் நுண்ணோக்கியின் (operating microscope) உதவி கொண்டு இக்கட்டியை அகற்றுவார்கள்.

உட்செவிக் குழலில் தோன்றும் இந்த வகைக் கட்டியை அறுவை முறையில் அகற்ற மூன்று அணுகுமுறைகள் உள்ளன. அவை: (1) செவியின் பின்புறம் மண்டை ஓட்டைத் திறந்து சமநிலைக் கருவியின் வழியாகக் கட்டியை அணுகுதல், (2) மண்டையின் பக்கவாட்டு எலும்பைத் திறந்து நடுக்குழிவை அணுகுதல், (3) பின் மண்டை எலும்பைத் திறந்து, பின் குழிவை அணுகுதல். சில வகைக் கட்டிகளை அகற்ற ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அணுகுமுறைகள் பயன்படுத்தப்படும்.

பா. இ.

நூலோதி

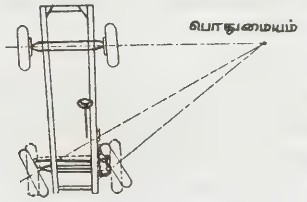
1. **Geroge E. Shambaugh, Jr. M.D.,**
Surgery of the Ear,

Second edition W·B. Saunders Company, Philadelphia & London, 1978·

2. *Scott Brown's Diseases of the Ear, Nose and Throat,* Fourth edition—Butterworths— London, Boston.

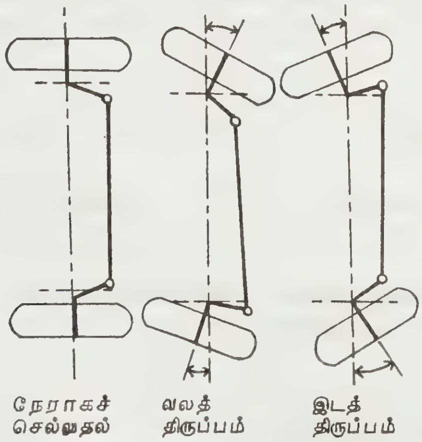
அக்கெர்மன் திருப்பமைப்பு

ஒரு தன்னியக்க ஊர்தியின் (vehicle) சக்கரங்கள் ஒரே மையமுடைய விட்டங்களில் திரும்பும்படி செய்யும் பிணைப்பு (linkage) அல்லது வேறுபாட்டுப் பல்சக்கர அமைப்பே (differential gear) இது. ஊர்தி பக்க வாட்டச் சரிவு (lateral skid) இன்றித் திரும்ப, சக்கர இருசுகளின் (axle) அச்சுக்கோடுகள் நீட்டப்படும் போது ஊர்தி திரும்பும் வளைவாரத்தின் (radius of curvature) பொதுமையத்தில் ஒவ்வொரு கணத்திலும் வெட்டிக் கொள்ள வேண்டும்.



எல்லாச் சக்கரங்களும் ஒரே பொதுமையத்துடன் திரும்புதல்

திருப்பங்களில் வண்டியை ஓட்ட, இந்த அக்கெர்மன் ஓட்டுமுறைக் கோட்பாடு தேவைப்படுகிறது. இந்தத் திருப்புமுறை சக்கர வண்டிகளில் மட்டுமே பொது வாகப் பயன்படுகிறது. முன்னோக்கி நேராகச் செல்லும்போது முன் சக்கரங்கள் எப்போதும் இணை



உட்புறம் சாய்ந்த திருப்பும் மடக்குகள் (knuckles) திருப்பங் களில் சக்கரங்களை ஒருங்கே ஓட்டுதல்

நிலையில் இருக்கும். ஊர்தி ஒரு வளைவில் செல்லும் போது, உட்புறச் சக்கரம் வெளிப்புறச் சக்கரத்தைவிட வேகமாகத் திரும்ப வேண்டும். ஊர்தி தனது திரும்பா ரத்தை ஆரமாகக் கொண்ட வளைவில் திரும்பும்போது திரும்பல் நிகழ்வு, அதீதச் (extreme) சிக்கல் நிலை மையை அடைகிறது. (ஊர்தி மிகக்குறுகிய திருப்பத் தில் (shortest turn) திரும்பும்போது ஊர்தியின் முன் வெளிப்புறச் சக்கர இயக்க வழியின் மையம் உருவாக் கும் வில்லின் ஆரம் திரும்பாரம் எனப்படும்).

பொதுவாக, அக்கெர்மன் திருப்பமைப்பு மடக்கு கை களை (knuckle arms) உள்நோக்கியும் பின்னோக்கியும் சாய்ப்பதால் உருவாகும்படி வகுக்கப்படுகிறது. சாய் கோணம் சக்கர அடிப்பகுதியையும் (wheel base) ஊர்தி யின் இயங்ககலத்தையும் (tread) பொறுத்து அமையும். சக்கர அடிப்பகுதி என்பது முன்பின் சக்கரங்களுக்கு இடையில் அமையும் தொலைவு. இது தரையைத் தொடும் பகுதிகளின் மையங்களுக்கு இடையில் அளக் கப்படும். இரட்டைப் பின் இருசுகளுள்ள ஊர்தியில், அளவு எடுக்கப்படும் புள்ளி, இரண்டு இருசுகளின் நடுப் புள்ளியில் அமையும். ஊர்தியின் இயங்ககலம் என்பது பின் அல்லது முன் சக்கரங்களுக்கு இடையே அமையும் தொலைவு. இதுவும் சக்கரங்களின் தரையைத் தொடும் பகுதிகளின் மையங்களுக்கு இடையில் அளக்கப்படும். காண்க, தன்னியக்கத் திருப்பமைப்பு, நான்கு சட்டப் பிணைப்பு (four bar linkage).

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology,* 4th Edition, Vol. 1, McGraw-Hill Book Company, NewYork, 1977

அக்டோபஸ்

காண்க : பேய்க் கணவாய்

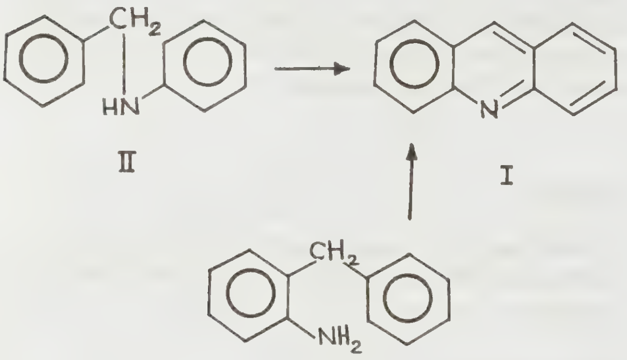
அக்படாக் தீவு

இத்தீவு கனடாவின் தென் கிழக்கு ஃபிராங்க்ளின் மாவட்டத்திலுள்ள உன்காவா விரிகுடாவில் உள்ளது. இத்தீவின் பரப்பு ஏறத்தாழ 766.3 சதுர கி.மீ.

அக்ரிடின்

அக்ரிடின் (acridine) என்பது $C_{13}H_9N$ என்ற மூலக் கூறு வாய்பாடு கொண்ட கரிமச் சேர்மம். பல சாயப் பொருள்களும் சீழ் எதிர்ப்பு மருந்துகளும் (antiseptics) தயாரிப்பதில் தாய்ப்பொருளாக (parent compound இது பயன்படுகிறது. அக்ரிடினும் அதனைச் சார்ந்த பெறுதிகளும் பல இன வளையச் (heterocyclic) சேர்மங் கள் எனும் கரிமவேதிப் பிரிவினைச் சேர்ந்தவை. 1871 ஆம் ஆண்டில் ஆந்த்ரசீன் (anthracene) என்னும்

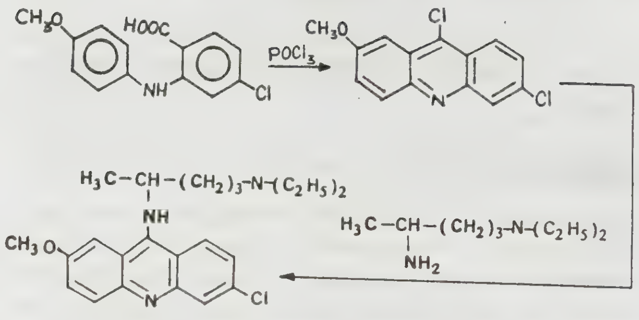
சேர்மத்திலிருந்து அக்ரிடின் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. அக்ரிடின் ஒரு பிரிடின் (pyridine) வளையத்தின் வழியே இரண்டு பென்சீன் வளையங்கள் பிணைந்துள்ள அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. (I) நிலக்கரித் தாரிலிருந்து பெறப்படும் ஆந்த்ரசீன் பகுதியில் அக்ரிடின் காணப்படுகிறது. பண்படா ஆந்த்ரசீனை முதலில் நீர்த்த சல்ப்யூரிக் அமிலத்தில் கரைத்தெடுத்து, இவ்வமிலக் கரைசலைப் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டுடன் வினைப்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு கிடைக்கும் அக்ரிடின் டைகுரோமேட் வீழ்படிவை அம்மோனியாவுடன் சேர்த்துச் சிதைவுறச் செய்தால் அக்ரிடின் கிடைக்கிறது. தொகுப்பு முறையினைக் கையாண்டு இதனை இரண்டு வழிகளில் தயாரிக்கலாம். பென்சைல் அனிலீன் (II) ஆவியை அல்லது ஆர்தோ அமினோ டைஃபினைல் மெதேன் (III) ஆவியைச் செஞ்சூடாக்கப்பட்ட குழாய் ஒன்றின் வழியே செலுத்தும்போது இச்சேர்மம் கிடைக்கிறது.



II I III

அக்ரிடின் மங்கிய மஞ்சள் நிறமுள்ள ஊசி வடிவப் படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. உருகுநிலை 110.5°C. இது தோலின் மீது பட்டால் எரிச்சலூட்டும் இயல்புடையது. இதனுடைய உப்புகளின் கரைசல்கள் நீல நிறத்துடன் ஒளிரும் தன்மையன. அக்ரிடின் வீரியங் குறைந்த கார இயல்புடையது. இதன் அமைப்பிலுள்ள மூவிணைய நைட்ரஜன் அணுவினால் (tertiary nitrogen atom) இப்பண்பைக் கொண்டுள்ளது. இதன் அமைப்பு இரண்டு பென்சீன் வளையங்கள் பகுதியளவாக-ஒடுக்கமுற்ற பிரிடின் கருவுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ள ஒன்று எனலாம். எனவே இச்சேர்மம் ஓரின வளைய அமைப்பு, பல இன வளைய அமைப்பு ஆகிய இரண்டின் பண்புகளையும் ஒருங்கே கொண்டுள்ளது.

விலையுயர்ந்த பல மருந்துப்பொருள்கள் அக்ரிடினிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. முதலாம் உலகப்போரில் காயங்களை ஆற்றும் நுண்ணுயிர்க் கொல்லியாக அக்ரிஃபிளேவின் (acriflavine) பயன்பட்டது. மலேரியா நோயைக் கட்டுபடுத்துவதற்கு அட்டெப்ரின் (atebrin) பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இதன் வேறு பெயர்கள் மெப்பாகிரைன் (mepacrine), கியுனாகிரைன் (quinacrine). தொழில் முறையில் இது N-அரைல்ஆந்த்ரனிலிக் அமிலத்திலிருந்து மேற்கண்டவாறு தயாரிக்கப்படுகிறது.



மெப்பாகிரைன்

ரிவனோல் (rivanol, 3, 9-டைஅமினோ-7-எதாக்சி அக்ரிடின்) என்னும் சேர்மம் வயிற்றுப்போக்கு நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதில் பயன்படுகிறது. பயன் மிக்க சாயப் பொருள்கள் பல அக்ரிடினிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. அக்ரிடின் ஆரஞ்சு, அக்ரிடின் மஞ்சள், பென்சோஃபிளேவின் போன்ற அக்ரிடின் சாயங்கள், பருத்தி, பட்டு, கம்பளி ஆடைகளுக்குச் சாயமேற்றப் பயன்படுகின்றன. தோல் பொருள்களுக்குச் சாயமேற்றுவதிலும் இவை குறிப்பிடத்தக்க அளவு பயனாகின்றன. அக்ரிடினுடைய ஏனைய பெறுதிகள் கெட்டிச் சாயங்களாகவும் நிறமிகளாகவும் (pigments) பயன்படுகின்றன. மேலும் இவை பருத்தி ஆடைகளுக்குச் சாயமேற்றவும், பிளாஸ்டிக்பொருள்களுக்கு நிறமூட்டவும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. காண்க: பல இனச் சேர்மங்கள்; சாயங்கள்.

ஆர். இல.

நூலோதி

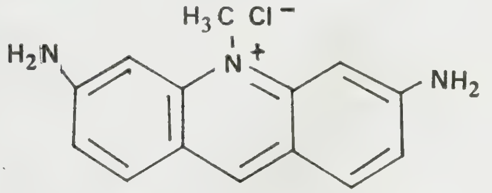
1. Finar I.L. *Organic Chemistry,* Vol I. ELBS 1973.

2. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Chemistry* Fifth Edn., 1982.

அக்ரி∴பிளேவின்

அக்ரிஃபிளேவின் (acriflavine) என்னும் கரிமச்சேர்மம் அக்ரிடினுடைய பெறுதிகளில் மிகவும் பயன்மிக்க சேர்மமாகும். முதலாம் உலகப் போரின் போது இது தொற்றுக் காயங்களை ஆற்றும் நுண்ணுயிர்க்கொல்லியாகப் (bactericide) பரவலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது.

அக்ரிடினுடையபெறுதிகளில் (derivatives) 3, 6-டைஅமினோஅக்ரிடின், (3, 6-diaminoacridine) என்னும் சேர்மம் பயன்மிக்க ஒன்றாகும். இதனை மெத்திலேற்றம் செய்து கிடைக்கும் விளைபொருளை நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைக் கொண்டு நீராற்சிதைவுறச் செய்தால் 3, 6-டைஅமினோ-10-மெதில்-அக்ரீடினியம் குளோரைடு (I) என்னும் சேர்மம் கிடைக்கிறது. இதுவே அக்ரிஃபிளேவின் ஆகும்.



(I)

இது நிலக்கரித் தாரிலிருந்தும் தயாரிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக இச்சேர்மம் செம்பழுப்பு நிறமுடைய சிறிய படிக வடிவில் இருக்கும். நீர்த்த கரைசல்களில் இது எலுமிச்சையையொத்த மஞ்சள் நிறமுடையதாகக் காணப்படுகிறது. தற்காலத்தில் நடுநிலை அக்ரிஃபிளேவின் (neutral acriflavine) என்னும் புது வடிவில் இது பழக்கத்தில் உள்ளது. பழைய வடிவத்தை விட இதன் எரிச்சலூட்டும் தன்மை குறைவாகும். எனவே இதனை அடர் கரைசல்களில் பயன்படுத்த முடிகிறது. புதுக் காயங்களுக்குச் சீழ்எதிர்ப்பியாகப் (antiseptics) பயன்படுவது போலவே குருதி நிணநீர் (serum) முன்னிலையிலும் ஆற்றல் மிக்கதாகச் செயல்படுவது இதனுடைய தனிச்சிறப்பாகும். எனினும், ஏனைய சீழ்எதிர்ப்பிகளை விட இதன் விலை அதிகமாகும். விலை உயர்வின் காரணமாக இதனைப் பயன்படுத்துவது குறையலாயிற்று. நீர்த்த கரைசல்களில் புதுக்காயங்களைப் போலத் தொற்றுக் காயங்களைக் கழுவுவதற்கும், கட்டுவதற்கும் (dressing) இது பயன்படுகிறது. பொதுவாக நீர்த்த கரைசல்கள் $\frac{1}{1000}$ முதல் $\frac{1}{5000}$ வரையிலான அளவுகளில் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அறுவைச் சிகிச்சைக்கு முன்னர் தோலைத் துப்புரவாக்கும் தொற்று நீக்கியாகவும் (disinfectant) இதனைப்பயன்படுத்தலாம் மேகவெட்டைநோய்(gonorrhoea)போன்றவற்றைக் குணப்படுத்துவதற்கு இதனை உட்செலுத்துவது வழக்கம். சில குறிப்பிட்ட நிலைமைகளிலும் சில நுண்ணுயிரி (bacteria) களைப் பொறுத்தவரையிலும் டிங்ஞ்சர் அயோடின் (tincture iodine) எனப்படும் மருந்தை விட இச்சேர்மம் பயன்மிக்கதாகும். இச்சேர்மம் உறக்கநோய் (sleeping sickness) முதலியவற்றை உண்டுபண்ணும். குருதி ஒட்டுயிர்கள் (trypanosomes) என்னும் நுண்ணுயிரினத்தை அழிக்கும் ஆற்றல் உடையது. இத்துறையில் இதனை விட ஆற்றல் மிக்க மருந்துகள் பல கண்டு பிடிக்கப்பட்டமையால் அவை இதனுடைய பயனைப் பெரிதும் குறைத்து விட்டன. எனினும் இச்சேர்மம் இன்றும் ஒரு சீழ்எதிர்ப்பியாகப் பயன்படுகிறது.

ஆர்.இல.

நூலோதி

Finar I.L., *Organic Chemistry* Vol I, ELBS, London, 1973.

அக்ரிலிக் அமிலம்

இது ஒரு நிறமற்ற நெடியுள்ள நீர்மம். இது எளிதில் பல்லுறுப்பாகக் (polymerise) கூடியது. அக்ரிலிக் அமிலம் (acrylic acid) நீர், ஆல்கஹால், ஈதர் முதலியவற்றில் எளிதில் கரையக்கூடியது. இதன் கொதிநிலை 140.9°C. எளிதில் தீப்பற்றி எரியக் கூடியது. அசெட்டலீன், கார்பன் மோனாக்சைடு, நீர் ஆகியவற்றைச் சேர்த்து நிக்கல் வினையூக்கியின் (catalyst) முன்னிலையில் அக்ரிலிக் அமிலத்தைப் பெறலாம். மேலும் இதனை, புரொப்பிலீனை வளிம நிலையில் ஆக்சிஜனேற்றி அக்ரோலின் (acrolein) என்ற பொருளைப் பெற்றுஅதனை300°Cஇல் மாலிப்டினம் வெனேடியம் கலவை முன்னிலையில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தும் பெறலாம். அக்ரிலிக் அமிலம் தோலை அரிக்கும் தன்மையுடையதும், எரிச்சல் ஊட்டக் கூடியதும், சுவாசித்தால் நச்சுத் தன்மையுடையதுமாகும். இது பல்லுறுப்பாக்கல் வினை (polymerisation) வெடித்தலுடன் உண்டாக்குகிறது. பல்லுறுப்பாக்கல் (polymerisation) அக்ரிலிக் அமிலங்கள் தயார் செய்வதற்கும், பல்லுறுப்பு மெட்டா அக்ரிலிக் அமிலங்கள் (polymeta acryllc acid) தயாரிக்கவும், இது ஒருபடி சேர்மமாகப் (monomer) பயன்படுகிறது.

நூலோதி

1. **Finar I.L.**, *Organic Chemistry*, Vol I, ELBS, Sixth Edn., 1973.

2. **Hawley, Gessner G.**, *The Condensed Chemical Dictionary*, 10th Edn., 1984.

அக்ரிலிக் இழைகள்

பாலிநைட்ரைல் இழை வகையில் ஒன்று. இவை 85% அக்ரிலோ நைட்ரைல் உறுப்புகளாலான பல்லுறுப்பிகளால் (polymers) இழைக்கப்படுகின்றன. இதன் வேதியல் கட்டமைப்பு —CH_2—CH (CH)— ஆகும். அக்ரிலிக் இழைகள் 100% அக்ரிலோ நைட்ரைல் அல்லது ஒத்த பல்லுறுப்பிகளால் (copolymers) உற்

பத்தி செய்யப்படுவதுண்டு. வயனைல் குளோரைடு, மெதில் அக்ரிலேட்டு ஆகிய ஒத்த பல்லுறுப்பிகள் இதற்கு வணிகவியலாகப் பயன்படுகின்றன. இவை மாற்ற முடிகின்ற பல படல இழைகளாக அல்லது சிம்பு இழைகளாக (staple fibre) உற்பத்தி செய்யப்படு கின்றன. இழைச் சிம்புகள் எல்லா நூற்பு அமைப்பு களிலும் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்ற கனத்திலும் நீளத் திலும் செய்யப்படுகின்றன. அக்ரிலிக் இழைகள் நன்கு சுருங்கும் சிறப்பியல்பு கொண்டன. இவற்றைப் பிற இயல்பு இழைகளுடன் கலந்து விளையும் பொருளில் உயர் புடைப்பு (high bulk) விளைவுகளைப் பெறலாம். அக்ரிலிக் இழைகள் உலர் அல்லது ஈர நூற்புச் (wet spinning) செயல்முறைகளில் உற்பத்தி செய்யப்படு கின்றன. சூடாக உள்ள இழைக்கரடு (tow), உலர்த்தி எண்ணெய் இட்டு அழுத்திப் பின்பு இழைச்சிம்பு (top) களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. தற்கால அக்ரிலிக் இழை களுக்கு அனைத்துச் சாயப்பொருள்களாலும் சாய மூட்டலாம்.

அக்ரிலிக் இழைகள் நூற்பு எந்திரத்தைப் பொறுத்து பேரளவு வேறுபாடு உடைய புற இயல்புகளுடன் செய் யப்படுகின்றன. இவை பலவித குறுக்குவெட்டு முகங் களுடையனவாக உள்ளன. உலர் நூற்பு இழைகள் வட்டவடிவமான அல்லது சீறுநீரக அமைப்பிலான அவரை விதை வடிவம் கொண்டன. ஈர நூற்பு இழை கள் நாய் எலும்பு அல்லது தட்டையான குறுக்குவெட்டு முக வடிவம் கொண்டன. இவை நடுத்தர இழு வலி மையும், சற்றே நீளும் இயல்பும், நீட்டித்தால் இயல்பை மீட்டு அமைத்துக் கொள்ளும் திறனும் உடையன. குறைந்த, அதாவது 1.0 முதல் 3.0% ஈரம்மட்டும் உட் கொள் திறமும் கொண்டன. இவை சூட்டில் உருகும் தன்மையும், நடுத்தரத் தீப்பரப்பு விகிதமும் உடை யன. இவற்றில் சில காரங்களுக்கும் அமிலங்களுக்கும் நல்ல எதிர்ப்புத் தரும்; சில நடுத்தர எதிர்ப்பு மட்டுமே தரும். சூரிய ஒளியை நன்கு எதிர்க்கும்.

விரிப்புகளுக்கும் இருக்கை விரிப்புக்கும் மேலுறை களுக்கும், நெய்தல் மற்றும் பின்னல் ஆடைகளுக்கும், நெய்யா ஆடைகளுக்கும் பரவலாக அக்ரிலிக் இழைகள் பயன்படுகின்றன.

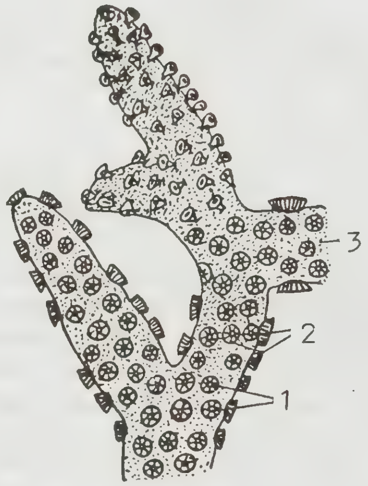
அக்ரேனியா

காண்க : தலைநாணுள்ளவை

அக்ரோபோரா

அக்ரோபோரிடே (Acroporidae) என்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இப்பவளம் நிறையத் துளைகளையும் கிளை களையும் கொண்டுள்ளது. இப்பவளத்தை மான் கொம்பு பவளம் (Stag-horn coral) எனவும் கூறுகின்றனர். இதன் பாலிப்புகள் சிறியன. இப்பாலிப்புகள் சிறிது மேடான தும் உருளை வடிவமானதுமான கிண்ணங்களில் இருக் கின்றன. இக்கிண்ணங்கள் துளைகளையுடைய சீனோஸ் டியத்தால் (Coenosteum) தனித்தனியாக அமைக்கப் பட்டுள்ளன. முருகைப் பாறைகளை உருவாக்குவதில் அக்ரோபோரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த வகைகள் பங்கு கொள்கின்றன. அவற்றினுள், அக்ரோபோரா

அக்ரோபோரா



1. பாலிப்பு 2. கோரலைட் 3. சீனோசார்க்

வின் பங்கு முக்கியமானது. பக்க பாலிப்புகளின் கிண்ணங்கள் சற்று ஆழமாகவுள்ளன. இப்பாலிப்புகளில் 12 உணர்வு நீட்சிகள் உள்ளன. குடல் தாங்கிகள் இணைகளாக அமைந்துள்ளன. இவை காலுமெல்லா அல்லது நடுத்தூண் அற்று உள்ளன. இவற்றுள் 6 அல்லது 12 குறுகிய இடைச்சுவர்கள் உள்ளன. பின்னல் வலை போன்ற கால்வாய்கள் பாலிப்புகளை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கின்றன. இக்கால்வாய்களை மெல்லிய கிண்ணக் கம்பிகள் அல்லது இழைகள் சூழ்ந்து இணைக் கின்றன. இருப்பினும் இடைத்துளைகள் அமையுமாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒட்டுடலிகள் இப்பவளங்களுடன் சேர்ந்து வாழ் கின்றன. பேராடைஃபன் (Paratyphon) எனும் ஒரு வகை இறால் அக்ரோபோராவின் மீது வாழ்கிறது.

அக்ரோலின் ($H_2C{=}CH{-}CHO$)

இது அக்ரால்டிஹைடு (acraldehyde) என்றும் அழைக் கப்படுகிறது. அக்ரோலின் (acrolein) 2, 3-அடைபடா ஆல்டிகைடுகளிலேயே (2,3-unsaturated aldehydes)

எல்லோருக்கும் தெரிந்த, சுலபமான வாய்ப்பாட்டைக் கொண்ட ஆல்டிஹைடு கொழுப்புக்களை அதிகமாக வெப்பப்படுத்துவதால் அக்ரோலின் சிறிதளவில் கிடைக்கிறது. பொட்டாசியம் அய்ட்ரஜன் சல்ஃபேட்டுடன் கிளிசராலைச் (glycerol) சேர்த்து வெப்பப்படுத்துவதால் அக்ரோலின் கிடைக்கிறது.

இது ஒரு நிறமற்ற நீர்மம். இதன் கொதிநிலை 53°C. இது அதிக எரிச்சலூட்டக் கூடியதும் நெடியுடையதும் ஆகும். கண்கள் மேலும் மூக்கின் மேலும் பட்டால் அதிக எரிச்சலைக் கொடுக்கும்.

பயன்கள்

அக்ரோலின் (1) செயற்கை வினைபொருளாகவும், (2) மெதில் குளோரைடுடன் இணைந்த குளிர் சாதனப்பெட்டிகளில் (refrigerators) ஏற்படும் கசிவைச் சுட்டிக்காட்டும் பொருளாகவும், (3) பூச்சி மருந்துகள் தயாரிப்பிலும், (4) அக்ரோலின்-யூரியா பார் மால்டிஹைடு (acrolein–urea formaldehyde) ரெசின்கள் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகின்றது.

நூலோதி

1. Finar I.L., *Organic Chemistry,* Vol I, Sixth Edn. ELBS, London, 1973.

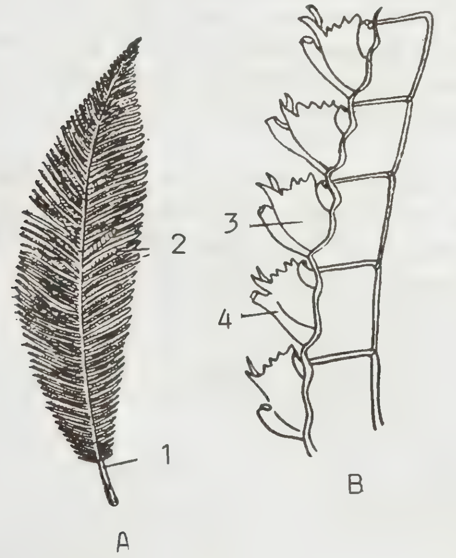
2. Hawley, Gessner G., *The Condensed Chemical Dictionary,* 10th Edn., Galgotia Book Souce Publishers, New Delhi, 1984.

அக்ளோபோனியா

குழியுடலி வகுப்பைச் சார்ந்த இக்கூட்டுயிரி கடற்கரை ஓரங்களில் வாழ்கின்றது. இறகு போன்ற அமைப்பை இவ்வுயிரி பெற்றுள்ளது. இது வளரும் இறுதிப் பகுதிகளைக் கொண்ட மானோபோடியல் (Monopodial) வளர்ச்சியுடன் திகழ்கிறது.

ஹைட்ரோதீக்காக்கள் இணைந்து பக்கக் கிளைகள் அல்லது நீர்க்கிளைகளின் ஒரு பக்கத்தில் அமைகின்றன. ஹைட்ரோதீக்கா விளிம்புப் பற்களைக் கொண்டுள்ளது. மூன்று சிறிய டாக்டைலோசுவாய்டுகள் (Dactylozoid) ஒவ்வொரு ஹைட்ரோதீக்காவுடனும் இணைந்துள்ளன. இவற்றை நெமட்டோபோர்கள் (Nematophores) அல்லது சார்க்கோஸ்டைல்கள் (Sarcostyles) என்பர். இச்சுவாய்டுகள், சிறிய நெமட்டோதீக்காக்களைக் (Nematothecae) கொண்டுள்ளன.

கோனேன்ஜியங்கள் கார்புலேவினால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இவை நீர்க்கிளைகளிலிருந்து மாறுபாடு அடைந்தவையாகும்.



(A) கூட்டுயிரி (B) கிளையின் பகுதி
1. நீர்வேர் 2. கார்புலே 3. ஹைட்ரோதீக்கா
4. நெமட்டோதீக்கா

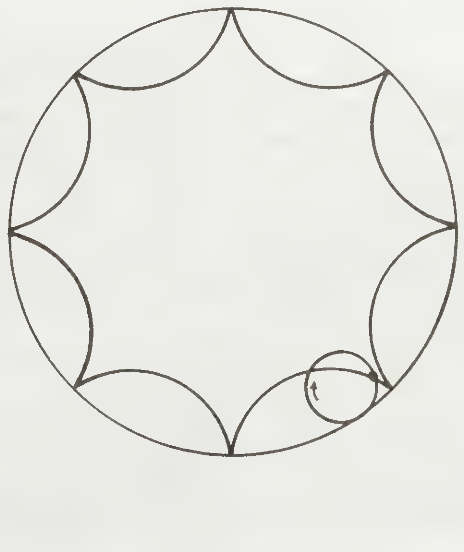
அக உருள்வளை

சுழல் வளைவின் சிறப்பு வகையாகும். R—ஆரம் (Radius) கொண்ட ஒரு பெரிய வட்டத்தின் உள்ளே, பரிதியை தொட்டுக்கொண்டே r—ஆரம் உள்ள வட்டம் உருளும்போது, உருளும் வட்டத்தின் மேல் உள்ள p என்ற புள்ளியின் இயங்குபாதை (Locus), அகஉருள் வளை (Hypocycloid) என்பதாகும். இதனுடைய தன்னளவுச் சமன்பாடுகள் (parametric equations)

$$X = (R-r)\cos\theta + r\cos\frac{(R-r)}{r}\theta$$

$$Y = (R-r)\sin\theta - r\sin\frac{(R-r)}{r}\theta$$

புறஉருள்வளை (epicycloid)யின் சமன்பாடுகளை இவற்றுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது, அகஉருள்வளை



அக உருள்வளை

(R, R—r) உடனோ அல்லது புறஉருள்வளை (R,r—R) உடனோ, அகஉருள்வளை (R,r) முற்றொருமித்ததாக இருப்பதைக் காணலாம். காண்க, புறஉருள்வளை; உருள்வளை.

பெரிய வட்டத்தின் பரிதியைப் புள்ளி P எத்தனை முறை தொடுகின்றதோ அத்தனை எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட கூர்முனைகளை (Cusp) உடைய வளைவு தோன்றும். இக்கூர்முனை இரண்டு வட்டங்களின் ஆரத்தைப் பொறுத்து வேறுபடும். R=4r எனும் போது நான்கு கூர்முனைகளைக் கொண்ட வளைவு உருவாகும். இது நாற்கூர்முனைவளை (Tetracuspid) அல்லது உடுவளை எனப்படும்.

உருளும் வட்டத்தின் தொடுதளத்தில் புள்ளி P அமைந்திருந்தால் அப்புள்ளியின் இயங்குபாதை அகதள உருள்வளை (epitrochoids) எனப்படும். இது பிரெஞ்ச் நாட்டைச் சேர்ந்த இயற்பியல் அறிஞர்கள் பிலீப் திலா ஈர் (Philippe dela Hire), இலெப்பினிட்ஸ் (Leibnitz), நியூட்டன் (Newton) மற்றும் பலருடைய கவனத்தை ஈர்த்தது. மேலும் நெஞ்சுவளை (Cardioid), டெல்ட் டாய்டு (deltoid) போன்ற சிறப்பு வகைகளையும் கண்ட வர்கள் இவர்களே.

நூலோதி

Van Nostrand's Scientific Encyclopaedia, Fifth Edition, Van Nostrand Revihold, Company, New York, 1976.

அக ஊட்டமிட்ட இழைப்பொருள்கள்

எளிய மின்காப்புப் பொருள்களைக் குழைவணம் (varnish) போன்ற நீர்ம மின்காப்புப் பொருள்களால் உள் ஊட்டி அதன் மின்காப்பையும் புற வலிமையையும் கூட்டலாம். இந்நிகழ்ச்சியை அகம் ஊட்டல் என்பர். அக ஊட்டமிடாத இழைப் பொருள்களின் மின்காப்பு வலிமை மிகக் குறைந்திருக்கும். வெப்ப எதிர்ப்புத் திறனும் குறைந்திருக்கும். இதன் நீருறிஞ்சியல்பு மிகுதி யானது. கரிம நூல்களின் வெப்ப நிலைப்பும் குறைவு. ஆனால் அக ஊட்டம் செய்யப்பட்டதும் அவற்றின் இயக்கப் பண்பும் புறநிலைப் பண்புகளும் மேம்பாடடை கின்றன. எனவே மின் பொறிச் சுருணைகளில் பயன் படும் நாரிழைப் பொருள்கள் அக ஊட்டம் செய்யப் படுகின்றன. குழைவணத் துணி (varnish cloth) குழைவணத் தாள், குழைவண உறைகள் ஆகியவை இவ்விதம் செய்யப்பட்டவையே. பல அடுக்ககிகளுக்கு அக ஊட்டமிட்ட தாளும் துணியும் அடிப்பொருள் களாகப் (base materials) பயன்படுகின்றன.

குழைவணத் துணிகள் நெளிவுள்ள மின்காப்புப் பொருள்கள். இவை உலரும்போது துணி மீது உயர் மின்காப்பு வலிமையுள்ள, மீள்தன்மை உள்ள பட லத்தை ஏற்படுத்துகிற குழைவணத்தால் அக ஊட்டம் செய்யப்பட்ட துணிகளாகும். குழைவணத் துணிகளில் தேவையைப் பொறுத்துப் பருத்தியோ, பட்டோ அல் லது கண்ணாடி நாரோ அடிப்பொருளாகப் பயன்படு கின்றது. குழைவணமாக எண்ணெய், எண்ணெய்-பிட்டுமன் அல்லது சிலிக்கோன் பயன்படுகிறது.

மின்காப்பீட்டுக் குழைவணத் துணிகள் நடைமுறை யில் பலவகைகளில் கிடைக்கின்றன. அவையாவன; கருப்புக் குழைவணப் பருத்தித் துணி, மென்னிறக் குழைவணப் பருத்தித்துணி, கருப்புக் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த்துணி, மென்னிறக் குழைவணக் கண் ணாடி நார்த்துணி, எஸ்கபேன் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த்துணி, சிலிக்கோன் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த் துணி என்பனவாகும். கருப்புக் குழைவணத் துணிகள் மென்னிறக் குழைவணத்தாலும், எண்ணெய் பிட்டுமன் குழைவணத்தாலும் அக ஊட்டம் செய்யப்பட்டவை.

கருப்புக் குழைவணத் துணிகள் மென்னிறக் குழை வணத் துணிகளைக் காட்டிலும் உயர் மின்காப்பு வலிமையும்,உயர்ந்த நீர் எதிர்ப்புத் திறமையும், நீடித்த வாழ்நாள் காலமும், உயர் வெப்ப நிலைப்பு இயல்பும் உடையன. எனவே, இவை உயர் மின்னழுத்தப் பொறிகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

மென்னிறக் குழைவணத் துணிகள் கருப்புக் குழை வணத் துணிகளைக் காட்டிலும் பெட்ரோல்,எண்ணெய் எதிர்ப்புத் திறமுடையன. எனவே, இவை கனிம எண் ணெய் கரைப்பான் பயன்படும் இடங்களில் உள்ள மின் பொறிச் சுருணைகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

மென்னிறக் குழைவணப்பட்டு பருத்தியைவிட மெல் லியது. உயர் மின்காப்பு வலிமையும் மிகு வலிமையும் உடையது. எனவே, இது உயர் மின் முறிவு வலிவு தேவையான மெல்லிய அடுக்கு மின் காப்பீடுகளுக்கு உதவுகிறது.

வெப்ப நிலைப்புப் பணியைப் பொறுத்தவரை குழை வணப் பட்டும் பருத்தியும் A வகுப்புமின்காப்பிகளாகும்.

கருப்புக் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த் துணிகள் ஆல்கிட் எண்ணெய் பிட்டுமன் குழைவணத்தால் கார மில்லாக் கண்ணாடி நாரை அக ஊட்டம் செய்து செய்யப்படுகின்றன. எனவே, இவை B வகுப்பு மின் காப்பிகளாகும்.

மென்னிறக் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த்துணி மென்னிற எண்ணெயைப் பயன்படுத்துகிறது. இது குழைவணப்பட்டு அல்லது பருத்திக்குப் பதிலியாகப் பயன்படும்.

எஸ்கபேன் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த்துணி, செயற்கை ரப்பர்க் குழைவணத்தால் அக ஊட்டம் செய்யப்பட்ட கண்ணாடி நார்த்துணியாகும். இது எல்லாப் பண்புகளிலும் மென்னிறக் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த்துணியை ஒத்ததே. இதன் குழைவணப் படலம் மென் தன்மையை அதிகமாகப் பெற்றிருப்பதால் இது அதிக இழுப்பின் போதும் உயர் மின்காப்பு வலுப் பெற்றதாய் உள்ளது. இதன் செய்பொருள்களின் விலை மலிவானதாகையால் இத்துணி மின்பொறிச் சுருணைத் தொழிலில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

சிலிக்கோன் குழைவணக் கண்ணாடி நார்த்துணி காரமில்லாக் கண்ணாடி நாராலும் சிலிக்கோன் குழைவணத்தாலும் செய்யப்படுகிறது. இது 180° வெப்ப நிலையைத் தாங்கும். இதன் மின்காப்பு வலிமை வெப்ப நிலையையோ சார்பீரப்பதனையோ பொறுத்து அமைவதில்லை. எல்லாக் குழைவணத் துணிகளைக் காட்டிலும் இது நம்பகமானதாகும். இது வெப்ப எதிர்ப்புத் திறனைப் பொறுத்து ஓர் H வகுப்பு மின் காப்பியாகும்.

குழைவணத்தாள். இது கொண்மித்தாளை (condenser paper) எண்ணெய் அல்லது எண்ணெய்-பிட்டுமன் குழைவணத்தால் அக ஊட்டம் செய்து பெறப்படுகிறது. குழைவணத்தைப் பொறுத்து மென்னிறத்திலோ கருப்பு நிறத்திலோ அமையும். இயக்க வலிமை தேவையில்லாத இடங்களில் குழைவணப் பட்டுக்குப் பதிலியாக மெல்லிய குழைவணத்தாள் படலங்களைப் பயன்படுத்தலாம். மின்காப்பு வலிமை, எண்ணெய் பெட்ரோல் எதிர்ப்புத் திறங்களைப் பொறுத்தவரையில் குழைவணத் தாள் குழைவணத்துணிக்குப் பண்பாலும் தரத்தாலும் சமமானதே.

குழைவண உறைகள். இவை இருவகையாகப் பிரிக்கப் படும். அவையாவன, பருத்தி - லினாக்சின் குழாய், குழைவணக் கண்ணாடி நார் உறை. குழாய்கள் 1 முதல் 12 மி.மீ. வரையிலான உள் விட்டமும்,உறைகள் 1 முதல் 8 மி.மீ. வரையிலான உள் விட்டமும் உடையன.

பிசின் பிணைந்த அடுக்ககிகள் (laminates) செய்ய அகவூட்டம் செய்த துணியும் தாளும் அடிப்பொருள்களாகப் பயன்படும். இந்த வகைத் துணி அல்லது தாள் அடுக்ககிகள் இடையில் செயற்கைப் பிசின்கள் அமைகின்றன. இவற்றை மிக உயர்ந்த வெப்பநிலை அழுத்தங்களைக் கொண்டு கடினமான பல்லுறுப் பாக்குவர்.

ஜெட்டினாக்ஸ், டெக்ஸ்டோலைட், கண்ணாடி டெக்ஸ்டோலைட் ஆகிய அடுக்ககிகள் முறையே தாள், துணி, கண்ணாடி நார்ப்பொருள்களை அடிப்பொருளாகக் கொண்டவை. இவை காடி ஆப்புகள் (slot-wedges), ஈற்றுப் பலகைகள் (terminal boards), பிற மின்காப்புப் பகுதிகள் ஆகியவை செய்யப் பயன்படும்.

தாள் அடி அடுக்ககிகள். சல்பேட் அகம் ஊட்டிய தாள் பிணைந்த பேக்லைட் குழைவணத்தால் 0.2 முதல் 35 மி.மீ. கனப்பலகைகளாகச் செய்யப்படுகின்றன.

துணி அடி அடுக்ககிகள். இவை பினால்–பார்மால்டிஹைடு பிசினால் அகம் ஊட்டிய துணியால் செய்யப் படுகின்றன. இது 0.5 முதல் 50 மி.மீ. வரையிலான கனப் பலகைகளாகக் கிடைக்கிறது. இது தாள் அடி அடுக்ககிகளை விட வலிமையானது. படல அழிவு எதிர்ப்பு உடையது. வேலை செய்ய எளிதானது. பொறியியல் வேலைகளுக்கு ஆட்படும்போது துகள் பிரிவோ உடைவோ அடையாதது.

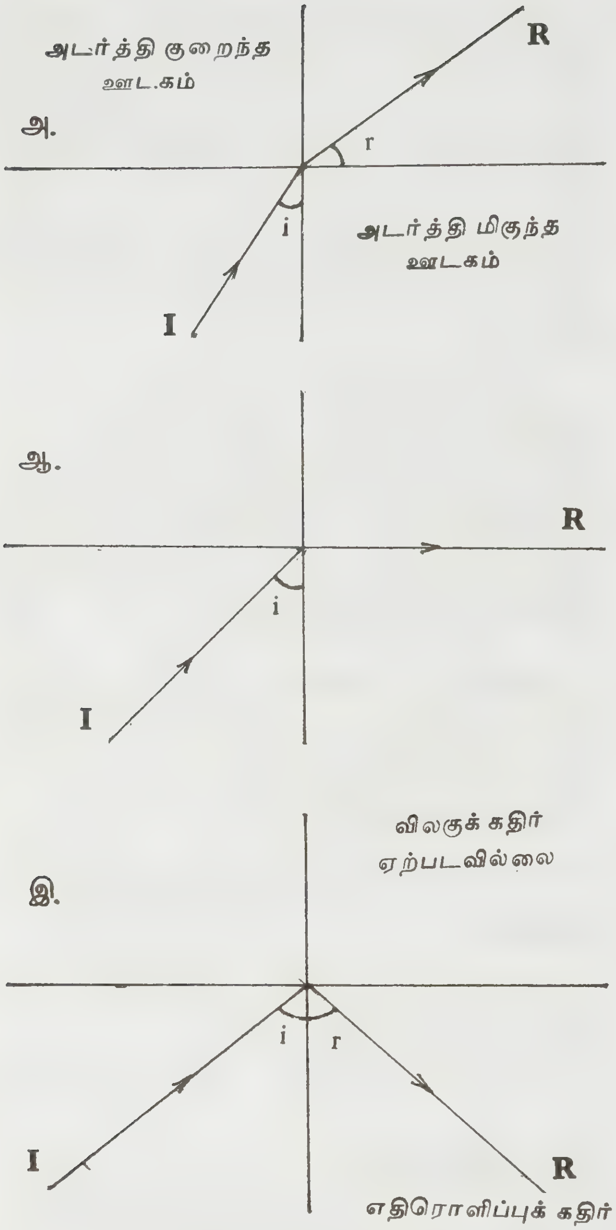
கண்ணாடி நார் அடுக்ககி. இது தேவையான மின் காப்பியின் வகுப்பைப் பொறுத்துத் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்ட பிசினால் அகம் ஊட்டிய கண்ணாடி நார்த்துணியாகும். இது 0.5 முதல் 30 மி.மீ. வரையிலான கனங்களில் செய்யப்படுகிறது.

நூலோதி

Vinogradov, *Electrical Machine Winder*, Mir Publishers, Moscow, 1978

அக எதிரொளிப்பு

ஒளி, அடர்த்தி மிகுந்த ஊடகத்திலிருந்து அடர்த்தி குறைந்த ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது ஏற்படும் ஒளிவிலகலில் விலகுகோணம் படுகோணத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். படுகோணத்தைக் கூட்டுவோமாயின் விலகுகோணமும் ஸ்னெல் (Snell law) விதிப்படி கூடிக்கொண்டே செல்லும். இவ்வாறு அதிகரிக்கும் விலகு கோணம் ஒரு கட்டத்தில் 90° - ஐ எட்டும். இந்நிலையில் உள்ள படுகோணத்திற்கு மாறுநிலைக் கோணம் (Critical Angle) எனப்பெயர். படுகோணத்தை இதனினும் அதிகமாக்கினால் விலகு கோணம் 90°க்கு மேல் அதிகரிக்க முடியாத நிலையில் படுகதிர் எதிரொளித்து அடர்த்திமிகுந்த ஊடகத்திலேயே செல்லும். இதனை முழு அகஎதிரொளிப்பு (Total Internal reflection) என்பர்.

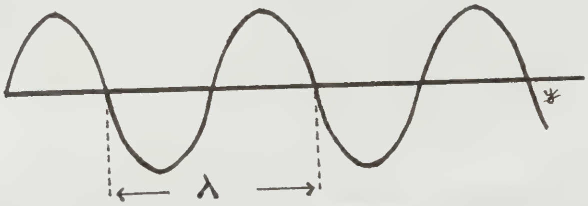


படம் 1 (அ) இல் விலகு கோணம் ஆனது படு கோணத்தைவிட அதிகமாக இருப்பதனைக் காண்க. படம்-1 (ஆ) இல் படுகோணம் மாறுநிலைக் கோண மாகவும் விலகுகோணம் 90°ஆகவும், விலகுகதிர் ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தினைத் தடவிச் செல்வ தனையும் காணலாம். படம்-1 (இ) இல் முழு அக எதிரொளிப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.

அகஒலி

அதிர்வுறும் பொருள்கள் அனைத்தும் ஒலியை எழுப்பும். ஆயின் அவற்றின் அதிர்வெண் 20-க்கு மேலும் 20,000-க்குள்ளும் இருந்தாலேயே இயல்பான மனிதச் செவி அதனை உணரும். 20-க்குக் கீழ்ப்பட்ட அதிர்வெண்ணுடைய ஒலிகளை மனிதச் செவியால் கேட்டல் இயலாது. இவ்வொலிகளை அகஒலிகள் என்கிறோம். கை வீச்சு, ஊசலின் ஆட்டம், அதிரும் எந்திரம், நில நடுக்கம் போன்ற நிகழ்ச்சிகளின்போது அகவொலிகள் எழும்புகின்றன. இவையும் இயல்பான ஒலிபோன்று ஊடகங்களின் வாயிலாகப் பரவுகின்றன. ஒலி ஓர் ஊடகத்தில் செல்லும்பொழுது, அலைகள் வடிவமாக, ஒரு குறிப்பிட்ட திசை வேகத்தில் (Velocity) செல்லும். ஓர் அலையின் நீளம் λ எனவும், அதிர்வெண் n எனவும், திசைவேகம் v எனவும் கொள் வோமாயின் $v = n\lambda$. காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் 30° செ. வெப்பநிலையில் 346 மீட்டர்/நொடியாகும். எனவே n இன்மதிப்பு மாறும்போது λ வின் மதிப்பும் மாறும். அக ஒலியின் அதிர்வெண் மிகக்குறைவாக இருப்பதால் அதன் அலை நீளம் மிக அதிகமாகும். எனவே, அக ஒலி சிறு ஒலித் தடுப்பான்களின் மீது படுங்காலை எளிதில் விளிம்பு விளைவு (Diffraction) நிகழ்ச்சி ஏற்படும். மேலும் λ வின் மதிப்பு உயர்வாக உள்ள தால் அக ஒலிக்கு எதிரொலிப்பு (Reflection) இருக் காது என்றும், பொருள்களின் மீது படும்போது ஒலி நிழலை (Shadow) உண்டாக்காது என்றும் கொள்ள லாகும்.

இயல்பாக நாம் கேட்கும் செவியுணர் ஒலியின் உரப்பு (Loudness) அவ்வொலி 30 அல்லது 40 மீட்டர்கள் கடந்து வருகையிலேயே மிகக் குறைந்து காது கேளா நிலையை எட்டி விடும். இதற்கான காரணம் யாதெனின் ஊடகமாம் காற்றானது தன் வழிச் செல்லும் ஒலியின் ஆற்றலைப் படிப்படியாக உட்



கவர்ந்து அதன் வலிமையைக் குறைத்துவிடுவதே. ஓரள விற்குக் கீழ் குறைந்த ஒலியைக் காது உணர இயலாது. ஆனால் ஒரு ஹெர்ட்சு எனுமளவே அதிர்வு எண் கொண்ட அக ஒலியானது ஆயிரக்கணக்கான கிலோ மீட்டர்கள் சென்றாலும் தன் வலிமையை இழக்காது. இவ்வொலிகளை உணர்ந்து பதிவு செய்யும் நுட்பம் வாய்ந்த ஒலிவாங்கியைத் தேசியக் கடலியல்-மற்றும் வளிமண்டலக் கட்டுப்பாட்டு நிறுவனத்தின் (National Oceanic and Atmospheric Administration) ஆய்வுக் கூடத்தைச் சேர்ந்த அறிவியலார் கண்டுபிடித் துள்ளனர்.

எரிமலை வெடிப்பு (Valcanoes), நில நடுக்கம் (Earth quake), கடும்புயல் (Storm), இடியுடன் கூடிய சுழல் காற்று (Tornado), இடிமின்னல், கடலலை, விண் கல் வீழ்ச்சி ஆகியவை எல்லாம் அக ஒலியினை எழுப்பு கின்றன. இவ் ஒலிகளைக் கேட்டுணரவும் அவற்றின் மூலம் நில நடுக்கம் முதலியவை வரப்போவதை முன் கூட்டி அறியவும் வழி முறைகள் கண்டறிந்து கையாளப் பெறுகின்றன. அக ஒலி நீண்ட தொலைவு செல்லும் தன்மைத்தாகலின் நிலத்தில் எங்கேனும் வெடித்தல் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் ஏற்பட்டாலும், அவை எழுப்பும் அக ஒலியால் நாம் அவற்றை உணரமுடியும். சுழற் காற்றின் போது ஏற்படும் அக ஒலிகள் வானிலையில் எத்தகைய கடும் மாறுதல்கள் நேரப்போகின்றன என் பதை நமக்கு முன்கூட்டியே எச்சரிக்கை செய்யும் வன்மை படைத்தன. இருப்பினும், எச்சரிக்கையூட்டும் அக ஒலிகள் புயற்காற்றுக்கு முன்னே தோன்றினவா அல்லது பின்னால் தோன்றின்வா என்பதையும் அவை எவ்வாறு பரவுகின்றன என்பதையும் நம்மால் இன்னும் முற்றிலும் தெளிவாகக் கூற முடியவில்லை.

புயற்காற்று ஏற்படுத்தும் அக ஒலியின் திறன் (Acoustic power) பல கிலோவாட்மணி (Kilowatt hour) எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு விண்கல் (Meteor) விண்வெளியில் செல்லும் பொழுது, அது பூமியை எந்த இடத்தில் வந்து அடையுமென அகவொலியின் மூலம் காணலாம். இதனால் அவ்விடத்தில் ஏற்படக்கூடிய இன்னல்களை வருமுன் காக்கலாம். விண்ணூர்தி ஓட்டு நர்கள் வானில் சுழற்காற்றடிக்கும் இக்கட்டான இடத் தைத் தவிர்க்கவும் இது பயன்படும். அக ஒலியை நம்மால் கேட்க முடியாதாயினும் பறவையினம், விலங் கினம் முதலியன அதைக்கேட்கும் ஆற்றலைப் பெற் றுள்ளன. இதனால் இவை நில நடுக்கம், புயற்காற்று முதலியனவற்றை முன் கூட்டியே தெரிந்து கொள் கின்றன.

அக ஒலியானது மக்கள் உடலை மிகவும் பாதிக்கக்கூடும். 7 ஹெர்ட்சு எனும் அளவு அதிர்வெண்ணுடைய அகஒலி உடலில் உள்ள அத்துணைச் சுரப்பிகளையும் குடலை யும் மற்றும் மார்பறை உறுப்புக்களையும் ஒத்ததிர வைக்கும். இவ்வுடல் அதிர்வுகள் நாளாவட்டத்தில் கேட்டினை விளைவிக்கும். மேலும், இயற்கைச் சூழல்கள் மட்டுமன்றிச் செயற்கைக் கருவிகளும், பெரிய புதிய எந்திரங்களும் தோற்றுவிக்கும் அக ஒலியினால் மக்கள் மிகவும் தாக்குறுவர்.

ந.கி.சு.

நூலோதி

1. *"Science Digest"* May 1977 and March 1978 Issues.

2. **Encyclopedia Americana** Vol. 25. Ed 1970.

அகக்கரு உறுப்புகள்

அண்டப்பை (Ovary), அண்டக்குழாய் (Fallopian tube), கருப்பை (Uterus) முதலியன பெண்ணின் உள் இன உறுப்புகளாகும். பெண்களுக்கு இரண்டு அண் டப் பைகள் உண்டு. ஒவ்வொன்றும் 3 - 5 செ.மீ. நீளமும், 1.5 - 2.5 செ.மீ, அகலமும் உடையது. அண் டப்பையின் எடை 4 - 8 கிராமும், வலது அண்டப்பை சற்று அதிக எடையுள்ளதாகவும் இருக்கும். அண்டப்பை ஒவ்வொரு பக்கமும், கருப்பையின் மேல் பாகத்துடன் ஒரு தசை நார் மூலமாகவும், பிராட்லிகமண்ட் (Broadligament) எனப்படும் அகல மான தசை நாருடனும் இணைக்கப்பட்டுத் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும்.

அண்டப்பை, அண்டத்தை முதன் முதலாக, மாத விடாய் வரும்போது உற்பத்தி செய்கின்றது. சில சமயம், மாதவிடாய் வந்தபிறகு ஓரிரு வருடங்களுக்குப் பிறகே அண்டம் உருவாக்கப்படுகின்றது. பிறகு 45-50 வயது வரையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. மாத விலக்கு வந்த 14 ஆவது நாளில் சினைமுட்டை அண்டப் பையிலிருந்து வெளிவருகின்றது. வெளிவந்த முட்டை அண்டக்குழாயில் விந்துவுடன் சேரும். கருவுறுதல் நடைபெறவில்லையானால் அண்டம் 12-24 மணி நேரம்தான் உயிரோடு இருக்கும். அதன்பிறகு, அண்டக் குழாயில் அழிந்து விடும். அண்டப்பை, ஈஸ்ட்ரஜன் (Oestrogen), ப்ரொஜெஸ்ட்ரான் (Progesterone), ஆன்ட்ரஜன் (Androgen) ஆகிய ஹார்மோன்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றது. ஈஸ்ட் ரஜன் என்னும் ஊக்கி பெண்ணின் இன உறுப்புகள் முழுமையாக வளர்ச்சி அடைவதற்கும், பெண்ணின் வடிவமைப்புக்கும் தேவையான ஒன்றாகும். ப்ரொ ஜெஸ்ட்ரான் என்னும் ஊக்கி, கருவுற்றவுடன், தொடக்க நாட்களில் கருவைப் பராமரிக்கிறது.

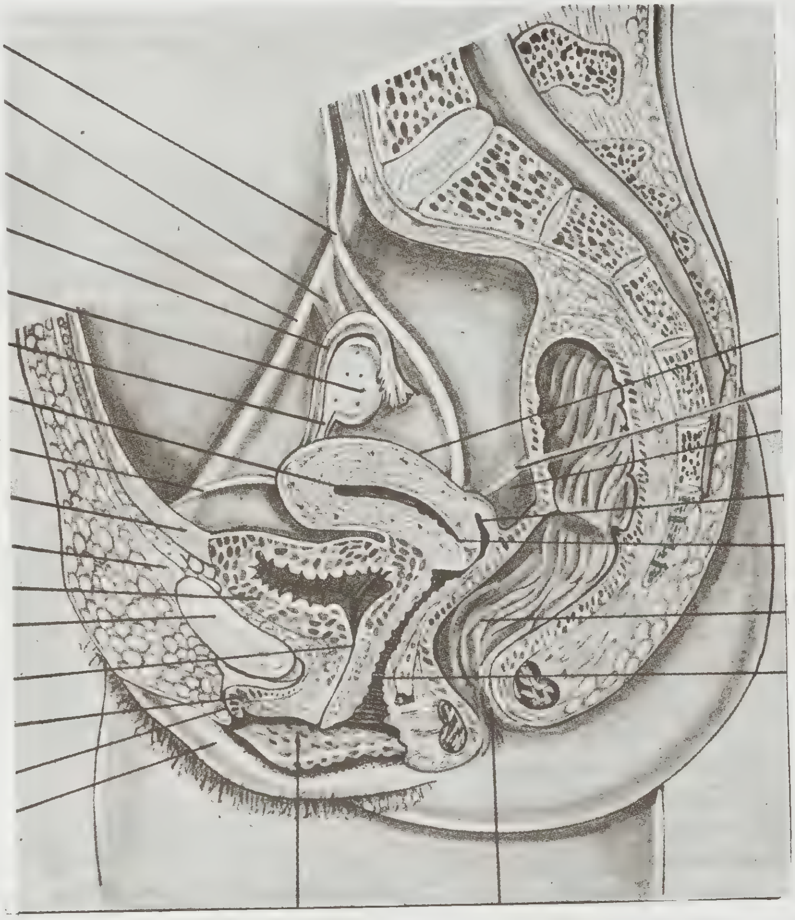
அண்டக்குழாய்

அண்டக் குழாய்கள் இரண்டு வலது பக்கம் ஒன்றும், இடது பக்கம் ஒன்றுமாக அண்டப்பையிலிருந்து, கருப்பைக்கு வளைந்து செல்கின்றன. ஒவ்வொன்றும் பிராட்லிகமண்ட் என்னும் அகண்ட தசைநாரின் மேற்புறம் அமைந்துள்ளது. இதன் நீளம் 10 செ.மீ. ஆகவும், நான்கு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டும் இருக்கும். கருப்பையில் புதைந்துள்ள பாகம் 1.2 செ.மீ. நீள முள்ள இன்டர்ஸ்டிஷியல் பிரிவு (Interstitial Portion) ஆகும். அடுத்தது, மிகவும் குறுகலான இஸ்துமஸ் (Isthmus) எனப்படும் 2.5 செ.மீ.நீளமான பாகமாகும். பிறகு சற்று விரிவான ஆம்புல்லா (Ampulla) எனப் படும் 5 செ.மீ. நீளமான பிரிவும், கடைசியாக வபை யினுள் (Omentum) அண்டப்பையை நோக்கித் திறந் துள்ள வெளிப்பிரிவான இன்பன்டிபுலம் (Infundibulam) என்னும் பகுதியுமாகும்.

அண்டக்குழாய், வபையினால் மூடப்பட்டுள்ளது. அண்டக்குழாயின் அமைப்பானது வெளிப்புறம் நீள வாக்கிலும், உட்புறம் வட்டமாகவும் அமைந்துள்ள இயங்கு தசையால் ஆனது. அண்டக்குழாயின் உட்புறம் சவ்வுப்படலத்தால் (Serous membrane) உறையிடப்பட்டு, ஒரு பக்கம் கருப்பையினுள்ளும், மற்றொரு பக்கம் வபையினுள் அண்டப்பைக்குள்ளும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இரத்தக் குழாய்களும், நரம்புகளும், அண்டப்பைக்கு உள்ளது போலவே இருக்கும். சினை முட்டை, அண்டப்பையிலிருந்து வெளிவந்து, அண்டக் குழாயின் வழியே வந்து, ஆம்ப்யுல்லா எனப்படும் பிரிவில் விந்துவுடன் கலக்கும்.

கருப்பை

கருப்பை என்பது தடித்த தசையாலான பேரிக்காய் வடிவமுள்ள உறுப்பாகும். இது கீழே கருப்பை வாய் (Cervix) எனப்படும் பாகத்தில் முடிவடைகின்றது. இதனுடைய நீளம் 8-9 செ.மீ. ஆகவும், தடிப்பு 1-2 செ.மீ ஆகவும், எடை 45-55 கிராமாகவும் உள்ளது. கருப்பையானது, கார்பஸ் (Corpus), இஸ்த்மஸ், கருப்பை வாய் ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டது. அண்டக் குழாய்க்கு மேலாக உள்ள கழுத்துப் பாகம் ஃபண்டஸ் (Fundus) என்பதாகும்.



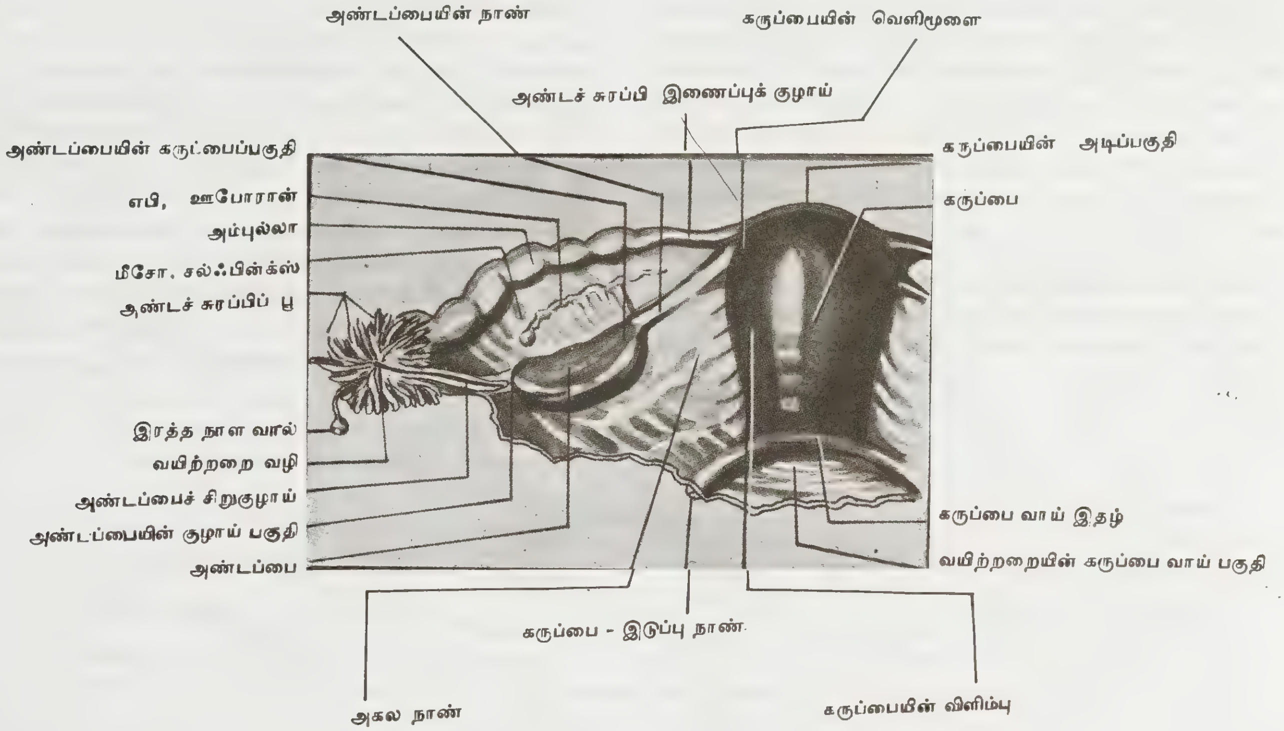
அகக்கரு உறுப்புகளின் வெட்டுத் தோற்றம்

கருப்பை முன்புறமும், பின்புறமும் வயிற்றுறையினால் மூடப்பட்டுள்ளது. பக்கங்களில் பிராட்லிகமண்ட் எனப்படும் அகண்ட தசைநார்கள் அமைந்துள்ளன. கருப்பையின் அமைப்பானது, மூன்று பிரிவுகளைக் கொண்டது. வெளிப்புறம் வபையும், நடுவில் இயங்கு தசையும் உட்புறம் சவ்வுப்படலமும் அமைந்துள்ளன. கருப்பையானது, தசைகளாலும் தன் நிலையில் காக்கப்பட்டு இருக்கின்றது. முன்புறமாக, கருப்பைக்கும், சிறுநீர்ப்பைக்கும் இடையே உள்ள வபையும், பின்புறமாக டக்லஸ் புழை (Pouch of Douglas) எனப்படும் பையும், குடல்களும், பக்கங்களில் தசைநார்களும் அமைந்துள்ளன.

யின் மேல்புறம் சுருங்கி, இந்தப் பாகம் விரிவடைந்து, குழந்தையை வெளித் தள்ளும் பணியைச் செய்கின்றது.

கருப்பை வாய் என்பது, பீப்பாய் வடிவத்தில் அமைந்த 2.5-3.5 செ.மீ நீளமுள்ள பாகமாகும். இது இரண்டு பிரிவுகளைக் கொண்டது. ஒன்று, மேலே கருப்பையுடன் இணைந்தும், மற்றொன்று கீழே யோனி எனப்படும் குழாய் போன்ற பாகத்தினுள் நீட்டிக் கொண்டும் உள்ளது.

அண்டம், மாதவிடாய் வந்த 14ஆவது நாளில் அண்டகத்திலிருந்து வெளிவந்து அண்டக் குழாய்



அண்டப்பையும் அதன் பகுதிகளும்

கருப்பை தமனியும், அண்டப்பை தமனியும் இரத்த ஓட்டத்தை அளிக்கின்றன. கருப்பையிலிருந்து, இரத்தம் கருப்பைச்சிரைக்கும், பாம்பனிபாம் இரத்தநாளங்களுக்கும் (Pampaniform plexus), யோனியின் (Vagina) இரத்தக் குழாய்களுக்கும், முதுகெலும்பில் உள்ள இரத்தக் குழாய்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. நிணநீர் மகாதமனி நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்கும், ஆப்டுரேட்டர் (obdurator) சுரப்பிகளுக்கும், திரிகம் சுரப்பிகளுக்கும் பிரிந்து செல்கிறது.

இஸ்த்மஸ் எனப்படும் 0.1-0.5 செ.மீ. நீளமுள்ள பாகமானது, பெண்கள் கருவுற்ற காலத்தில் நிறை மாதத்தில் கருப்பையின் கீழ்ப்பாகமாக (lower segment) மாறுகின்றது. பேறுகால வலி வரும்போது கருப்பை

வழியே வருகின்றது. விந்துவுடன் சேர்ந்து ஆம்புல்லா என்னுமிடத்தில் கருவுறுதல் நடைபெறுகின்றது. பிறகு, கருவுற்ற முட்டை, கருப்பைக்கு வந்து, புதைந்து வளர்ச்சி அடைந்து குழந்தை ஆகின்றது. அண்டம் கருவுறவில்லையானால் 28 நாட்களுக்குப் பிறகு மீண்டும் மாதவிடாய் ஏற்படுகின்றது.

பெண்களின் உள் இன உறுப்புகளில் பல்வேறு நோய்கள் ஏற்படலாம். அழற்சி, தொற்றுநோய், புற்றுநோய், காசநோய் முதலிய பல நோய்களும் வரலாம். சிலசமயம் உள் இன உறுப்புகளே சரியாக வளர்ச்சி அடையாமலும் இருக்கலாம். கருவுற்ற அண்டம் கருப்பைக்குச் செல்லாமல் கருக் குழாயிலேயே புதைந்து வெடித்து அதிக இரத்தப் போக்கு உண்டாகி உயிருக்கே ஆபத்தை விளைவிக்கலாம்.

நூலோதி

1. *Gray's Anatomy*, 36th Edition, Churchil Livingston, Churchil Livingston, London, 1980.
2. Lakshmana swami Mudaliar, *Obstetrics* Orient Longman Publication,1978.

அகச்சிவப்பு உருவ மாற்றுக் குழாய்

மின்காந்த அலைக் குடும்பத்தில் கண்காணும் ஒளிப் பகுதிக்கு மேற்பட்ட அலை நீளமுடைய (800×10^{-9}) மீ. இலிருந்து 40×10^{-3} மீ. வரை)கதிர் வீச்சுக்கள் அகச் சிவப்புக் கதிர்கள் எனப்பெறும்.

பொதுவாகக் கட்புலனாகும் ஒளியால் ஒளியூட்டப் பெற்ற பொருள்களின் உருவத்தை (Image) நம் கண்களால் காண இயலும். ஆனால் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை நம் கண்ணால் காண இயலாது. இவற்றை உணர வேண்டின் அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் உண்டாக்கும் உருவத்தைக் கண்காணும் ஒளிஉருவமாக மாற்ற வேண்டும். இதனைச் செய்வதுதான் அகச்சிவப்பு உருவ மாற்றுக் குழாய் (Infra red image converter tube) ஆகும்.

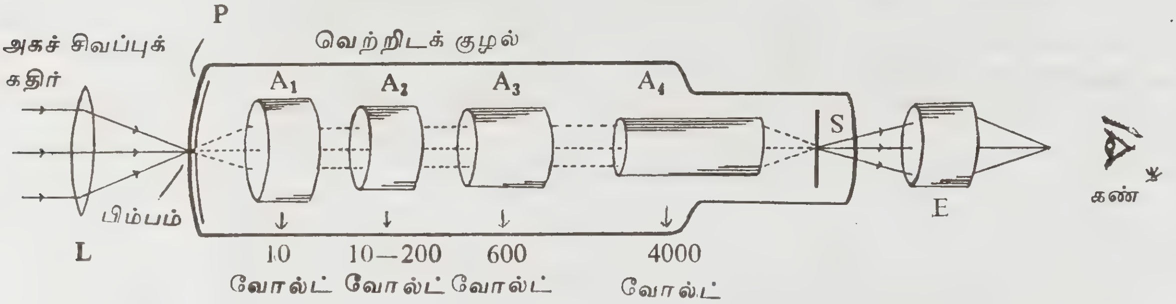
அகச் சிவப்புக் கதிர்களால் ஒளியூட்டப்பட்ட பொருள்களைக் காணும்கருவிக்கு அகச்சிவப்புத் தொலைநோக்கி (Infra red telescope) எனப் பெயர். இதன் முக்கியப் பகுதி எலக்ட்ரான் உருவக் குழல் (Electron-image tube) ஆகும். இது செயல்படும் முறை வருமாறு: எலக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்னூட்டம் பெற்றவை. அவை செல்லும் பாதையில் ஒரு காந்தப் புலத்தைத் தோற்றுவித்தால், அவை ஒரு சுருள் பாதையில் செல்லத் தொடங்கும். இச் சுருள் பாதையினை ஒழுங்காகக் கட்டுப்படுத்தினால் எலக்ட்ரான்களை ஒரு புள்ளியில் குவிக்கலாம். காந்தப் புலம் இத்தகைய குவிக்கும் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கிறது. மின்புலத்திற்கும் இத்தகைய இயல்பு உண்டு.

எலக்ட்ரான் உருவக் குழலில் பல மின்வாய்கள் (Electrodes) உள்ளன. முதல் மின்வாய்க்கு நேர்மின் அழுத்தத்தைக் கொடுத்தால், எலக்ட்ரான்கள் முடுக்கப் (Acceleration) பெறும். பின்பு, அடுத்தடுத்துள்ள மின்வாய்களில் கொடுக்கப்படும் மின்அழுத்த வேறுபாட்டை (Potential difference) மாற்றுவதன் வாயிலாக எலக்ட்ரான்கள் ஒரு புள்ளியில் குவிக்கப்படுகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் ஒளிர்திரையில் (Fluorescent screen) வேகமாக மோதும்பொழுது கட்புலனாகும் ஒளியைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

அகச்சிவப்புத் தொலை நோக்கியின் அமைப்பு கீழே காணும் படத்தில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு கண்ணாடி வில்லை, அகச்சிவப்புக் கதிர்களால் ஒளியூட்டப் பெற்ற (Illuminated) ஒரு பொருளின் உருவத்தை, வெற்றிடக்குழலிலுள்ள ஒரு ஒளி-எதிர்மின் வாயின்மேல் உண்டாக்குகிறது. எதிர்மின்வாயில் அகச் சிவப்புக் கதிர்கள் பட்டதும் அது எலக்ட்ரான்களை (photo-electrons) மறுபக்கத்தில் வெளிவிடுகின்றது. இந்த எலக்ட்ரான்கள், A1, A2, A3, மற்றும்A4 என்ற மின்வாய்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின் அழுத்த வேறுபாடுகளால் முடுக்கப்படுகின்றன. முடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் ஒளிர் திரையில் விழுந்து உருவத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை வேகமாக மோதும்பொழுது கட்புலனாகும் ஒளியை உண்டுபண்ணுகின்றன. இறுதியாகப் பொருளின் உருவத்தை உருப்பெருக்குக் கண்ணருகு கருவியைக் கொண்டு காணலாம்.

கண்ணருகு கருவியை முன்னும் பின்னும் நகர்த்திக் கட்புலனாகும் ஒளி உருவத்தைத் தெளிவாகக் காணும் படிச் செய்யலாம். கண்ணாடி வில்லை E - ஐ நகர்த்தி அகச் சிவப்பு உருவத்தை ஒளி-எதிர்மின்வாயில் குவியச் செய்யலாம்.



L - கண்ணாடிவில்லை, A1, A2, A3, A4-உள்ளீடற்ற உருளை வடிவ மின்வாய்கள், 10, 10-2000, 600, 4000 வோல்ட் என்பது முறையே A1, A2, A3, A4 மின்வாய்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின் அழுத்தங்கள். P-ஒளி-எதிர்மின்வாய் (Photo-Cathode), S-ஒளித் திரை (Fluorescent screen), E-கண்ணருகு கருவி (Eye-Piece).

ஏ. ந.

அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு

கதிரவனின் ஒளிக்கற்றை, முப்பட்டகம் ஒன்றின் வழியே செல்லுகையில் அது பல நிறங்களாகப் பிரிந்து ஒரு நிறமாலையைத் தோற்றுவிக்கும். கி.பி. 1800 ஆம் ஆண்டில் சர் வில்லியம் ஹெர்சல் (William Herschel) என்பவர், ஒரு வெப்பநிலைமானியைக் கொண்டு, இந்நிறமாலையிலுள்ள பல நிறப் பகுதிகளிலும் உள்ள வெப்பத்தை அளந்தார். நிறமாலையின் சிவப்புப் பகுதியைத் தாண்டிய கரும் பகுதியிலும் வெப்பம் இருப்பதை அவர் கண்டார். சிவப்பு விளிம்பை அடுத்து, நிறமாலைக்கு முற்றிலும் அப்பாலுள்ள பகுதியில்தான், கண் காணும் நிறமாலைப் பகுதியில் உள்ள வெப்பத்தைக் காட்டிலும், அதிக அளவு வெப்பம் இருப்பதை அறிந்தார்.

1840ஆம் ஆண்டில் அவர் மகன், சர் ஜான் ஹெர்சல் (John Herschel) என்பவர் ஆல்கஹாலில் தோய்த்து எடுத்த தாள் ஒன்று, மேற்கூறிய சிவப்பையடுத்த பகுதியில் மிக விரைவில் உலர்வதைக் கண்டு, இப்பகுதியில் வெப்பக் கதிர்வீச்சு இருப்பதை மீண்டும் உறுதிப்படுத்தினார். சிவப்புக்கு அப்பால் இருக்கும் இக்கதிர்வீச்சு, அகச் சிவப்புக் கதிர்வீச்சு என்றழைக்கப்படுகிறது. இது கண்ணுக்குப் புலனாகாதது.

அகச்சிவப்புக் கதிர் வீச்சுப் பகுதி, ஏறத்தாழ 0.75 மைக்ரான் முதல் 1000 மைக்ரான் வரை அலை நீளம் கொண்டது. (1 மைக்ரான்$=10^{-6}$ மீட்டர்) 0.75 மைக்ரானிலிருந்து 25 மைக்ரான் வரை அலை நீளமுள்ள கதிர்வீச்சுப் பகுதி அண்மை அகச்சிவப்பு (Near infra red) என்றும், 25 மைக்ரான் முதல் 1000 மைக்ரான் அலைநீளம் வரையுள்ள பகுதி சேய்மை அகச்சிவப்பு (far infra red) என்றும் அழைக்கப்பெறும்.

பண்புகளும் கண்டறிதலும்

அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் வெப்பக் கதிர்களாகும். எனவே, வெப்பக் கதிர்வீச்சைத் துல்லியமாகக் கண்டறியப்பொதுவாகப் பயன்படும் கருவிகளாகிய வெப்பமின் இரட்டை அடுக்கு (Thermo-pile), போலோமீட்டர் (Bolometer), ரேடியோ மைக்ரோ மீட்டர் (Radio micro meter) போன்றவற்றுள் எவையேனும் ஒன்றைப் பயன்படுத்தலாம். அகச்சிவப்பு நிறமாலைமானி போன்ற கருவிகளில் கால்வனாமீட்டர் ஒன்றுடன் இணைந்த போலோ மீட்டர் செவ்வனே செயலாற்றுகிறது.

அகச்சிவப்புக்கதிர்வீச்சு, ஒளிப்படத் தட்டின் (Photographic plate) மீது விழும்போது அதில் பதிவை உண்டாக்கக் கூடியது. ஒய்வான ஆய்வுகட்கும், நீண்ட நாள் வைத்திருப்பதற்கும் ஒளிப்படப் பதிவுமுறை பெரிதும் ஏற்றது. இயல்பாகப் பயன்படுத்தப்படும் (ஒளி உருவங்களைப் பதிவு செய்யப் பயன்படும்) ஒளிப்படத் தட்டுகள் அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சுப் பகுதியில் அவ்வளவு நுட்பமாகச் செயல்படா. இதற்கென்று தனியாக பன்னிறமுணரித் (Panchromatic) தட்டுகள் செய்யப்படுகின்றன. தற்போது, கிரிப்டோ சயனைன், நியோசயனைன், ட்ரை கார்போ சயனைன் போன்ற வேதியியல் சேர்மங்களைக் கலந்து தயாரிக்கப்பட்ட ஒளிப்படத் தட்டுகள் திறம்படச் செயலாற்றுகின்றன.

கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியானது ஒளிமீளல், ஒளிமுறிவு, பிரிகை, (Dispersion) போன்ற விளைவுகளை உண்டாக்குவதைப் போலவே அகச் சிவப்புக் கதிர் வீச்சும் இவ்விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும்.

அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு மூலம்

மிகப் பெரும் அளவு கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியைக் கொடுக்கும் ஞாயிற்றின் ஒளியிலே அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு பெரும் அளவில் இருப்பினும்கூட, ஆய்வுக் கூடங்களில் நெர்ன்ஸ்ட் ஒளிர்வான் (Nernst Glower) குளோபர் (Glober)-கார்பொரண்டம் தண்டு ஆகியவை அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு மூலங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஊடகங்கள்

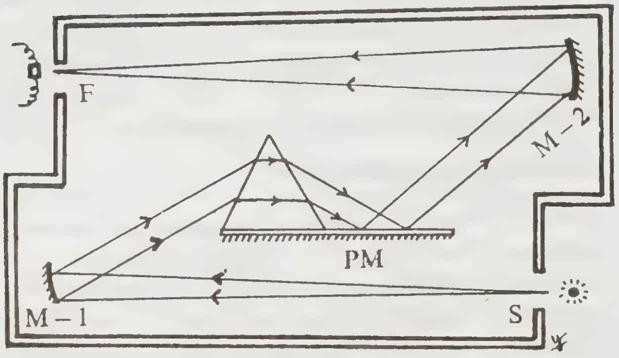
ஒளியியல் ஆய்வுகளில் ஒளிக்கற்றையைக் குவிய வைக்கவோ, இணைக்கற்றையாக மாற்றவோ, அல்லது இது போன்ற வேறுபல செயல்களுக்கோ முப்பட்டகம், ஆடி வில்லை ஆகியவை கண்ணாடியால் செய்யப்படுகின்றன. ஆனால், அகச்சிவப்புப் பகுதியில் கண்ணாடி, தன்னுள் வரும் கதிர்வீச்சைப் பெரிதும் உட்கவரும். எனவே, அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சின் முழுப்பகுதிக்கும் கண்ணாடியால் ஆன முப்பட்டகம், ஆடி வில்லை போன்றவை பயன்படா. கண்ணாடியை 2.5 மைக்ரான் வரை அலைநீளமுள்ள அகச்சிவப்புக் கதிர்விச்சுகளுக்கு மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். குவார்ட்சை (Quartz), 4 மைக்ரான் வரையிலும், ஃபுளோரைட்டை (Fluorite) 11 மைக்ரான் வரையிலும், இந்துப்பை (Rock-salt) 15 மைக்ரான் வரையிலும், சில்வைன் (Sylvine)-ஐ 23 மைக்ரான் வரையிலும் பயன்படுத்தலாம். இதுபோன்றே இன்னும் பல ஊடகங்கள் பயன்படுகின்றன. அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சுகளைத் தடுத்து மீளச் செய்யும் வெள்ளியாலான குழியாடிகளும் பல்வேறு இடங்களில் பயன்படுகின்றன.

அகச்சிவப்பு நிறமாலையியல்

கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியை, ஒரு நிறமாலைமானியுடன் முப்பட்டகம் அல்லது கீற்றணி (Grating) யைக் கொண்டு பகுப்பாய்வு செய்து அவ் ஒளியினுள் கலந்துள்ள பல்வேறு வண்ணங்களின் ஒளிவிலகல் எண்களை அல்லது அலை நீளங்களைக் கணக்கிடுகிறோம். இதே அடிப்படையில் தக்க மாற்றங்களுடன் அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சினை ஆராய்ந்து அக்கதிர்வீச்சு மூலத்தின் கட்டமைப்பை ஆய்வு செய்யலாம்.

தற்கால ஆராய்ச்சிப் பணிகளுக்கு ஒற்றைக் கற்றை அகச்சிவப்பு நிறமாலை வரைவி (Single beam infra-red

spectrograph), இரட்டைக் கற்றை அகச்சிவப்பு நிற மாலை வரைவி (Double beam infra-red spectrograph) போன்ற கருவிகள் திறம்படச் செயல்படுகின்றன.



அகச்சிவப்பு நிறமாலைக் காட்டி

பொதுவான அகச்சிவப்பு நிறமாலைமானியில் வாட்ஸ்வர்த் (Wadsworth) முப்பட்டக-ஆடி இணைப்பு நிறமாலைக் கட்டமைப்பு ஒன்றிருக்கும். இதன் குறுக லான பிளவு (Slit) S இன் வழியே கதிர்வீச்சு உள்ளே நுழைகிறது. இது துரு ஏறா எஃகினாலான பரவளைய ஆடி (Parabolic mirror) M—1 இன் மீது விழுந்து இணைக்கற்றையாகிறது. இதற்கெனப் பிளவானது ஆடியின் முதன்மைக் குவியத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த இணைக் கற்றை ஒரு முப்பட்டக சமதள ஆடி அமைப்பின் (PM) மீது விழுந்து மற்றொரு பரவளைய ஆடி (M—2) இல் பட்டு F என்னும் புள்ளியில் குவி கிறது. F என்னும் புள்ளி, ஆடி M-2வின் முதன்மைக் குவியமாகும். F இல் குவியும் கதிர்வீச்சைக் கண்டறிய போலோமீட்டர் போன்றதொரு கருவி அங்கு வைக்கப் பட்டுள்ளது. ஆய்விற்குத் தொடர்பில்லாத பிற கதிர் களால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும் பொருட்டு இவை யனைத்தும் ஒரு பெட்டியினுள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இங்கு விளக்கப்பட்ட பகுதிகளின் அமைப்பு மேலே படம்-1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் கண்ணுக்குப் புலனாகாத தால், ஆடிகள் முப்பட்டகம் போன்றவற்றைச் சரியான நிலையில் நிறுத்துவது கடினம். எனவே, முதலில் கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒற்றை நிற ஒளி (Monochromatic light) ஒன்றைக் கொண்டு, முதல் ஆடியிலிருந்து இணைக்கற்றையைப் பெறுவது, முப்பட்டகத்தைச் சிறும திசைமாற்றக் கோண நிலையில் நிறுத்துவது போன்ற செயல்களை முடித்து, போலோமீட்டரின் இருப்பிடத்தில் ஒரு கண்ணருகு கருவியில் (eye-piece) உருவம் தெரியும்படி சரி செய்து கொள்ள வேண்டும். பின்னர், இந்த ஒற்றை நிற ஒளிமூலம் இருக்குமிடத்தில் அகச்சிவப்புக் கதிர் மூலத்தையும் கண்ணருகு கருவியின் இடத்தில் போலோமீட்டரையும் வைத்துவிட்டால் அகச்சிவப்பு உருவங்களை எளிதில் பெறலாம்.

பயன்கள்

வேதியியல் கூட்டுப் பொருள்களைப் பகுப்பாய்வு செய்யவும், மூலக் கூறுகளின் கட்டமைப்பைக் கண்டறி யவும், கரிம வேதியியல் மூலக்கூறுகளை இனங்கண்ட றியவும் அகச்சிவப்பு நிறமாலை ஆய்வுகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

வான்-இயற்பியல் (Astro-physics) துறையில், அகச் சிவப்பு நிறமாலை ஆய்வுகள் வழியாக வியாழன் (Jupiter) வெள்ளி (Venus) காரி (Saturn) போன்ற கோள்களில் அம்மோனியா, மீத்தேன் போன்ற பொருள்கள் இருப்பது அறியப்பட்டுள்ளது. இதே போல் வேறுபல கோள்களிலுள்ள பொருள்களை அறியவும் இம்முறை பயன்படுகிறது.

ஓர் ஊடகத்திலுள்ள தூசி துகள்கள், காற்றின் மூலக் கூறுகள் போன்றவற்றால் ஒளிச் சிதறல் விளைவு (Scattering effect) ஏற்படுவது அலைத் தொகுப்பி லுள்ள அலைகளின் நீளத்தைப் பொறுத்தது. அலை நீளம் அதிகமாக இருக்கையில் சிதறல் ஒளியின் செறிவு குறைவாக இருக்கும். எனவே, கண்ணுக்குப் புலனா கும் ஒளிப்பட்டையில் கருநீலம், நீலம் போன்ற வண் ணங்களைக் காட்டிலும், சிவப்பு மிகவும் குறைவாகவே சிதறடிக்கப்படுகிறது. சிவப்புடன் ஒப்பிட அகச் சிவப்புக் கதிர்வீச்சு சிதறடிக்கப்படுவது இன்னும் குறை வாகவே இருக்கும். இவ்வடிப்படையில் அமைந்ததே அகச்சிவப்பு ஒளிப்பட முறை (Infra-red Photography) ஆகும்.

காற்றில் தூசுப்படலம், பனிப்படலம், புகை மூட்டம் போன்றவை நிறைந்துள்ள நேரங்களில் ஒளிப்படம் எடுக் கப்படவேண்டிய காட்சி தெளிவின்றி இருக்கும். கண் பார்வைக்குப் புலனாகும் ஒளி அலைகள் சிதறடிக்கப் பட்டுவிடுவதாலேயே இங்ஙனம் மங்கிய காட்சிதோன்று கிறது. அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் சிதறடிக்கப்படுவது மிக வும் குறைவாகையால் இக்கதிர்களை நுட்பமாகப் பதிவு செய்யக்கூடிய தனிவகை ஒளிப்படத் தட்டுகளைக் கொண்டு படமெடுத்தால் அவை தெளிவான உருவங் களைப் பதிவு செய்கின்றன. முன்பு கூறிய பன்னிற முனைரி ஒளிப்படத் தட்டுகளும், அகச்சிவப்புக் கதிர் களைப் பிரித்துத் தரக்கூடிய வடிகட்டிகளும் இம்முறைக் குப் பெரிதும் உதவுகின்றன. அயோடின் கலந்த ஆல்க ஹால் கரைசல், கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியைத் தடுத்து நிறுத்தி அகச்சிவப்புக் கதிர்களை மட்டும் பிரித்து அனுப்புகிறது.

இரண்டாம் உலகப் போர்க் காலத்திலேயே இந்த அகச்சிவப்பு ஒளிப்பட முறை, இருளும் பனியும் சூழ்ந்த நேரங்களில் எதிரிகளின் உறைவிடங்களைக் கண்டறியப் பேருதவியாக இருந்தது. இக்காலத்தில், விண்ணூர்தி யிலிருந்து தரைப்பகுதியின் தெளிவான ஒளிப்படப் பிடிப் புக்கும், ஒளிப்படக் கலை மேம்பாட்டிற்கும், அறிவியல்

ஆய்விற்கும், நாட்டுப் பாதுகாப்புக்கும் இவ்வகை ஒளிப் பட முறை ஒரு நற்பேறாகும்.

பொதுவாக எல்லாப் பொருள்களும் எல்லா நேரத் திலும் இடையீடின்றி அகச்சிவப்புக் கதிர்களை வெளிப் படுத்துகின்றன. அவற்றைத் தடுத்து மீளச் செய்யவும் செய்கின்றன. எனவே, அகச்சிவப்புத் தொலை நோக்கி யால் எந்த மறைவிடத்தையும் எந்நேரத்திலும் கண்ட றியலாகும்.

அகச்சிவப்புத் தொலைநோக்கியில் கதிர்வீச்சிற்கேற்ற ஒரு வில்லை அமைப்பு அகச்சிவப்பு உருவத்தைத் தனி யாக உருவாக்கப்பட்ட ஒரு தளத்தின் மீது விழச் செய் கிறது. இவ்வுருவம் தளத்திலிருந்து எலக்ட்ரான் களை வெளிப்படுத்துகிறது. இவை மற்றொரு தளத் தின் மீது விழுந்து கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒரு பச்சை நிற உருவத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பாதுகாப்புத் துறையில் இரவு நேரங்களில் இலக்கைப் பார்த்துக் குறி வைத்துச் சுடுவதற்கு இவ்வமைப்பு பெரிதும் பயனுள்ள தாகும். இரவு நேரங்களில் ஊர்திகளை ஓட்டுவதற்கு இதே முறையில் அமைந்த இணை நோக்கி (Binocular) களும் பயன்படுகின்றன. பொதுவாக, போர்த் துறை யிலேயே இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகின்றது.

ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீள எல்லைக்குட்பட்ட கதிர் வீச்சை மட்டுமே அனுமதித்து மற்றவற்றைத் தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய புதியதொரு கண்ணாடி வகை தயாரிக் கப்பட்ட பின், கமுக்கச் செய்தியனுப்பு முறை (Secret signalling) நடைமுறைக்கு வந்துள்ளது. இக்கண்ணாடி, வெப்பமூலத்திலிருந்து அகச்சிவப்புக் கதிர்களுடன் கூடவே வெளிப்படும் ஒளியைத் தடுத்து நிறுத்தி,தேவை யான அகச்சிவப்பை மட்டும் அனுப்புகிறது.

அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் மனித உடல்களுள் எளிதில் உட்கவரப்பட்டுவிடும் தன்மையால் அவை இரத்தக் குழாய்களினுள் இருக்கும் குறைகள், சிலவகைக் கட்டி கள் ஆகியவற்றைக் கண்டறியவும், அவற்றிற்கான மருத்துவம் அளிக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இளம்பிள்ளை வாதத்திற்கான மருத்துவம் மேற் கொள்ளவும், உடலில் ஏற்படும் சுளுக்கு போன்ற வற்றைச் சரி செய்யவும், ஒத்தடம் கொடுக்கவும் அகச் சிவப்புக் கதிர்வீச்சு பயன்படுகிறது.

ஆ.பொ.

நூலோதி

1. **Condon and Odishaw** *Handbook of Physics*, Mc Graw-Hill, International Co, I Edn-1958.
2. **J.B. Rajam**, '*Atomic physics*', S.Chand& Co., New Delhi, 7th Ed., 1984.

அகச்சிவப்புக் காணி

அகச்சிவப்புக் காணி என்பது கண்காணும் ஒளியினை விடஉயர்ந்த அலைநீளமும் மில்லிமீட்டர் நீளமுமுடைய வானொலி அலைகளை விடத் தாழ்ந்த அலைநீள முடைய மின்காந்த அலைகளான அகச்சிவப்புக் கதிர் களைக் கண்டு உணர்ந்து அளக்கும் கருவியாகும்.

அகச்சிவப்புக் காணிகள் மின்னணுவியல் (Electronic) கருவிகளில் பல்வேறு செயல்களுக்குப் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன. தீப் பிடித்தலைக் கண்டறிவிக்கவும், எந் திரங்கள் அளவுக்கு மீறிச்சூடானால் எச்சரிக்கவும் இவை பயன்படும். ஊர்திகளையும் விண்ணூர்தி களையும் அவை வெளிவிடும் வெப்பக் கதிர்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கவும் இவை பயன்படும். ஊர்திகள் மட்டுமன்றி இருளில் மறைந்திருக்கும் மனிதர்களையும் இவை கண்டறியும். ரேடியோ மீட்டர், அகச்சிவப்பு நிறமாலை ஒளிவரைவிகள் போன்ற உணர் கருவி களிலும் இவை பயன்படுகின்றன.

அகச்சிவப்புக் காணிகள், அவை வேலை செய்யும் முறையின் அடிப்படையில் 'வெப்பக் காணிகள்' எனவும், 'குவாண்டம் காணிகள்' அல்லது 'ஒளிகாணிகள்' எனவும் இருவகையினவாகப் பகுக்கப்படும்.

வெப்பக் காணிகள்

அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் வெப்பக் கதிர்களேயாதலின் அவை பொருள்களால் உட்கவரப்படும் போது அப் பொருள்களின் வெப்பநிலை உயரும். இவ்வெப்பநிலை உயர்வு அகச்சிவப்புக் கதிர்களின் ஆற்றலைப் பொறுத் தது. இந்த வெப்பநிலை உயர்வின் காரணமாகக் காணி யின் பிறிதொரு பண்பு மாறும்; காட்டாக, காணியின் மின்தடை மாறலாம். மின்தடை மாறும் அளவை அளந்து அதன் வழி அகச்சிவப்புக் கதிர்களின் ஆற்றலை அளக்கலாம். இவ்வகை வெப்பக்காணிகளில் குறிப்பிடத் தக்கவை (*1*) வெப்ப மின் இரட்டை (*2*) போலோ மீட்டர் (bolo meter) (*3*) கோலே கலம் (Golay cell) ஆகிய மூன்றுமாம்.

வெப்பமின் இரட்டை ஒன்றின் ஒரு சந்தியின் மீது அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் பட்டால் அச்சந்தியின் வெப்ப நிலை உயர அதன் பயனாக வெப்பமின் இரட்டையில் ஒரு மின்னழுத்தம் உருவாகும். இதனைத் துல்லியமாக அளந்து அகச் சிவப்பாற்றலைக் கணக்கிடலாம்.

போலோ மீட்டர் அமைப்பில் மென்படலமாக அமைந்த ஒரு மின்தடை இருக்கும். அதன் மீது அகச் சிவப்புக் 'கதிர்கள் படுங்காலை அதன் மின்தடையின் அளவு கூடும். இவ்வாறு கூடிய மின்தடையினை வழக்க மான முறைகளால் அளக்கலாம். அதிலிருந்து கதிர் களின் ஆற்றல் கணக்கிடப்படும்.

கோலே கலம்(Golay cell) எனப்படுவது ஓர் உணர் திறம் மிக்க வளிம வெப்ப நிலைமானி எனலாம். அகச்

சிவப்புக் கதிர்கள் இதன்மீது பட இதனுள் அடங்கிய வளிமம் சூடாகி அதன் அழுத்தம் கூடும். இந்த அழுத்த உயர்வானது ஒரு மின் குறியாகத் தக்க அமைப்புகளால் மாற்றப் பெற்று அளக்கப்படும். இதிலிருந்து அகச் சிவப்புக் கதிர்களின் ஆற்றலை அறிந்துகொள்ளலாம்.

ஒளி காணிகள்

வெப்பக் காணிகளில் அகச்சிவப்பாற்றலானது வெப்ப நிலை உயர்வை ஏற்படுத்த அதன் காரணமாகக் காணி யின் மின்பண்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அளந்து அகச்சிவப்பாற்றல் கணக்கிடப்படுகின்றது. ஆனால் ஒளிகாணிகள் எனப்படும் குவாண்டம் காணிகளில் அகச் சிவப்புக் கதிர்கள் நேரடியாக ஒரு மின்பண்பில் மாற்றத் தினை ஏற்படுத்த அவ்விளைவை அளந்து அகச்சிவப்புக் கதிராற்றல் கணிக்கப் பெறும்.

ஒளி காணிகள் 'ஒளி கடத்துவகை', 'ஒளி மின்னழுத்த வகை' என இருவகைப்படும். ஒளி கடத்துவகைக் காணியில் அகச்சிவப்புக் கதிர் ஃபோட்டான்கள் உட் கவரப்படுகையில் காணியில் ஒரு மின்னழுத்தம் ஏற் படும். இவற்றை அளந்து அகச்சிவப்புக் கதிர்களின் ஆற்றலைக் கண்டு கொள்ளலாம்.

ஒளி காணிகள் லெட் சல்ஃபைட் போன்ற சேர்மங் களால் ஆனவையாகவோ அல்லது ஜெர்மானியம், சிலிகான் போன்ற தனிமங்களால் ஆனவையாகவோ இருக்கலாம். ஒளி டயோடு, ஒளி டிரான்சிஸ்டர் போன்றவை ஒளி கடத்துவகை அல்லது ஒளி மின்னழுத்தவகைக் காணிகளாகப் பயன்படக்கூடும்.

அதிக விளக்கத்திற்குக் காண்க, போலோ மீட்டர், வெப்பமின் இரட்டை, கோலே கலம், ஒளி கடத்து மின் கலம், ஒளி டயோடு, ஒளி டிரான்சிஸ்டர், ஒளி மின்னழுத்தக் கலம்.

ச.ச.

அகச்சிவப்பு வானியல்

விண்பொருள்களிலிருந்து வரும் மின்காந்த அலை களின் (Electro magnetic waves) ஒரு பகுதியாக அகச் சிவப்புக் கதிர்களை (Infra red rays) உணர்ந்து அவற் றின் மூலம் விண்பொருள்களைப் பற்றிப் பல தகவல் களைக் கண்டறிவது, 'அகச்சிவப்பு வானியல்' (Infra red Astronomy) எனப்படும்.

X–கதிர்கள் (X–rays) போன்று அகச்சிவப்புக் கதிர் களைக் கண்களால் காணமுடியாது. ஆனால் இவை களைப் பெரும்பாலும் வெப்பமாகவும் மின் அலைகளாக வும்சிறப்பாக அமைக்கப்பட்ட கருவிகள்மூலம் உணர்ந்து ஆய்வு செய்யப்படுகின்றது.

அகச்சிவப்பு வானியலின் வளர்ச்சி. இக்கதிர்வீச்சு (radiation) முதன் முதலாக கி. பி. 1800 ஆம் ஆண்டில் சர் வில்லியம் ஹெர்சல் (Sir William Herschel) என்பவ ரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. சூரிய ஒளியைப் பட்டகம் (prism) மூலம் செலுத்தி அலைமாலையாகப் (spectrum) பிரித்துஊதா (violet) முனைப்பகுதியிலிருந்துஒவ்வொரு நிறமாகக் கடந்து சிவப்பு முனைக்குச் செல்லும்போது, படிப்படியாக வெப்பம் அதிகரிப்பதை வெப்பமானியால் அவர் உணர்ந்தார். மேலும்சிவப்பு நிறத்தைத் தாண்டிச் சிறிது தூரம் செல்லும்போது, வெப்ப அதிகரிப்பு நீடிப் பதையும், அங்கு வெப்பம் உச்ச நிலையில் இருப்பதை யும் கண்டார். இவ்விதம் சிவப்பு நிறத்துக்கு உட்புற மாகக் கண்ணுக்குப் புலனாகாமல் வெப்பத்தினால் மட்டும் உணரக் கூடிய கதிர்வீச்சு இருப்பதைக் கண்டு பிடித்தார். பிறகு கி. பி. 1840 ஆம் ஆண்டில் அவரது மகனான சர் ஜான் ஹெர்சல் (Sir John Herschel) என் பவர் சூரியனிடமிருந்து வரும் அகச்சிவப்புக் கதிர் வீச்சின் விளைவைப் புகைப் படத்தில் பதிவு செய்தார். பிறகு சுமார் 100 ஆண்டுகள் வரை இத்துறையில் அதிக முன்னேற்றம் இல்லை.

இந்த நூற்றாண்டில் சுமார் 1930ஆம் ஆண்டில் கார்ல் ஜான்ஸ்கே (Karl Janskay) என்பவரால், அண்டவெளியில் பெரிய தொலைநோக்கியாலும் காண முடியாத தொலைப் பொருள்களிலிருந்து வரும் மின் காந்தக் கதிர்வீச்சு அலைகள் (Radio waves) ஆண்டனா மூலம் உணரப்பட்டன. இதுவே கதிர்வீச்சு வானியல் (Radio Astronomy) வளர்வதற்கு அடித்தளமானது. இதன் பிறகு மேலும் துல்லியமான கதிர்வீச்சுத் தொலை நோக்கிகள் (Radio Telescopes) உலகமெங்கிலும் நிறுவப்பட்டுத் தொலை நோக்கிகளால் காணமுடியாத குவாசர்கள் (Quasars), பல்சர்கள் (Pulsars), கருந் துளைகள் (Black Holes) போன்ற எண்ணற்ற புதுப் பொருள்கள் உணரப்பட்டு, ஆராயப்பட்டு வருகின்றன.

அண்ட வெளியிலுள்ள அனைத்துப் பொருள்களிட மிருந்தும் மின்காந்த அலைகள் மாறுபட்ட அலை நீளங் களில் பூமியை நோக்கி வருகின்றன. நாம் காணும் ஒளி, 6 (ஒரு மைக்ரான் என்பது 1 மில்லி மீட்டரில் ஆயிரத்தில்ஒரு பங்கு)மைக்ரானிலிருந்து 0·75 மைக்ரான் வரை நீளமுள்ள மின்காந்த அலைகளே. இதற்குக் குறைவாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ நீளம் உள்ள அலைகளைக் காணமுடியாது. 0 .6 மைக்ரா னுக்குக் குறைவாக உள்ள அலைகள் 'புறஊதாக் கதிர் கள்' (Ultra violet rays) எனவும், அதற்கும் குறைந்த நீளங்கொண்ட அலைகள் X-கதிர்கள் (X-rays) எனவும் கூறப்படுகின்றன. 0 .75 மைக்ரானிலிருந்து 3000 மைக்ரான் (3 மில்லி மீட்டர்) வரை நீளமுள்ள அலை கள் 'அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்' (Infra red rays) எனப் படுகின்றன. 3 மில்லி மீட்டர் முதல் பல மைல்கள் நீளங்கொண்ட நீள் அலைகள் கதிர்வீச்சு அலைகள் எனப்படுகின்றன. இவைகள் கதிர்வீச்சு – தொலை நோக்கிகளால் (Radio Telescope) காணப்படு கின்றன. ஒளி அலைகளும் கதிர்வீச்சு அலைகளும் மட்டுமே பூமியை வந்தடைகின்றன. அகச்சிவப்பு முத லான மற்ற அலைகள் பெரும்பாலும் பூமியின் வளி

மண்டலத்தால் (Atmosphere) தடைபெற்று அங்கேயே நின்று விடுகின்றன. இருப்பினும் சிவப்பு நிறத்துக்கு அடுத்தாற்போல் 0·76 மைக்ரானிலிருந்து 1.2 மைக்ரான் வரை நீளமுள்ள அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் புகைப்படம் மூலம் உணரப்படுகின்றன. இவைகளுக்குப் 'புகைப்பட அகச்சிவப்புப் பகுதி' (Photographic infra red regions) எனப்பெயர். இக்கதிர்களால் 1940ஆம் ஆண்டில் வெள்ளி (Venus) என்ற கோளில் கார்பன்–டை-ஆக்சைடும், செவ்வாய் (Mars) என்ற கோளில் நீர்த்துளிகளும், வியாழன் (Jupiter) என்ற கோளில் ஹைட்ரஜனும் (Hydrogen) இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1.2 மைக்ரானிலிருந்து 5.2 மைக்ரான் வரை நீளமுள்ள கதிர்கள் 'அண்மை அகச்சிவப்புப் பகுதி' (near infra red regions) எனப்படுகின்றன. இவை 'வெப்பமின் இரட்டை' (Thermo couple) என்ற கருவியால் உணரப்படுகின்றன, 5·2 மைக்ரானிலிருந்து 8 மைக்ரான் வரை உள்ள கதிர்கள் நமது வளி மண்டலத்தால் முற்றிலும் தடுக்கப்படுகின்றன. 8 மைக்ரானிலிருந்து 22 மைக்ரான் வரை உள்ள கதிர்கள் 'நீள அலை அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்' (long wave infra red) எனப்படுகின்றன. இக்கதிர்களை உணர 1942 இல் கோலே (Golay) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட கோலே செல் (Golay cell) என்ற கருவி மிகவும் பயன்படுகிறது. சமீப காலத்தில் குறை கடத்திப் படிகங்களைப் (Semi conducting crystals) பயன்படுத்தி அகச்சிவப்புக் கதிர்களை மேலும் துல்லியமாக உணர்கிறார்கள்.

அகச்சிவப்பு ஆராய்ச்சிக் கருவிகள். இதுவரை, முக்கியமாகப் புவிக்கு அருகேயுள்ள சந்திரன் (moon), வெள்ளி, செவ்வாய், வியாழன், சனி போன்ற கோள்களின் மேற்பரப்பு, வெப்பநிலை, வளிமண்டலம், அமைப்பு இவைகளைப் பற்றிய உண்மைகள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

1956, 58ஆம் ஆண்டுகளில் சின்டன் (Sinton) என்பவர் செவ்வாயின் மேற்பரப்பைப் பற்றி இடைவிடாது ஆராய்ந்து அங்கு நுண்ணிய தாவர இனங்கள் உண்டு என்றும், மேலும் அங்குள்ள வளி மண்டலத்தின் அழுத்தம் பூமியின் வளி மண்டலத்தின் அழுத்தத்தில் 2.5 விழுக்காடுதான் என்பதால் அங்கு பாராசூட்டும் (Parachute) விமானங்களும் இயங்கமுடியாது என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

சந்திரனின் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை மாறுதல்களை ஆராய்ந்து, அங்கு பூமியில் இல்லாதஒரு மெல்லிய தூசுப் படலம் உண்டு என்றும், அப்படலம் அங்குள்ள பாறைப் பகுதிகளில் இல்லை என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

வெள்ளியின் மேல் அடர்த்தியான வளி மண்டலமும், இம்மண்டலத்தின் மேற்பகுதியில் கடும் புயல்கள் இயங்குகின்றன எனவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

இவை தவிர மிகத் தொலைவில் உள்ள நண்டு நெபுலம் (crab nebula) 3 C-273 குவாசர்கள் (Quasars) போன்றவைகளும் ஆராயப்பட்டுள்ளன.

பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆராய்ச்சி செய்வதோடு மட்டுமல்லாமல் மேலும் பயன்பெற, அகச்சிவப்புக் கதிரியக்கத்தைத் தடை செய்யும் காற்று மண்டலத்துக்கப்பால் பலூன்கள் மூலமாகவும், விண்வெளிக் கலன்களிலிருந்தும் ஆராய்ந்தால் அதிக அகச்சிவப்புக் கதிர்களை உணரமுடியும். இதற்காக மேலும் துல்லியமான புதிய உணரும் கருவிகள் (Detectors) அமைக்கப்படுகின்றன. இவை அண்டத்தில் பல்வேறு புதிய தகவல்கள் கிடைப்பதற்கு வழி வகுக்கின்றன.

எல். இரா.

நூலோதி

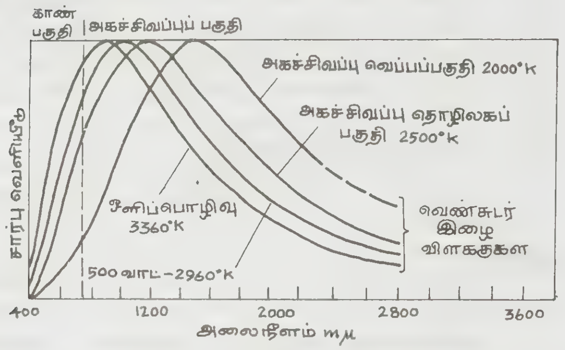
1. Article by **Brace C.Murray** and **James A.Wesohal** in the *'Scientific American Journal* of August 1965.
2. 'The Universe' by **Davide Brgamini** published by *Time-life* books New York. 1977

அகச்சிவப்பு விளக்கு

ஒரு மின் விளக்கு. இது வெளியிடும் மின்காந்த அலைமாலையின் (Electromagnetic spectrum) ஆற்றல் 0.8 முதல் 1000 வரையிலான அலை நீளங்களில் அமைவதால் அகச்சிவப்பு விளக்கு (infra red lamp) எனப்படுகிறது. அகச்சிவப்பு விளக்கு என்பது தாழ்ந்த மின்னழுத்தத்தில் 4000°F இழை வெப்பநிலையில் எரியும் ஒளி மின்விளக்கே. இதில் 10 முதல் 15 விழுக்காடு ஆற்றல் மட்டும் ஒளியாக மாற்றப்படுகிறது. இதில் கரி, டங்ஸ்டன் ஆகிய இழைகள் பயன்பட்டாலும் டங்ஸ்டன் இழையே திறமையுடன் இயங்குகிறது. இதன் சராசரி வாழ்நாள் 5000 மணிகள். இது ஏறக்குறைய 25 வகைகளில் செய்யப்படுகிறது. பிற கதிர் வீச்சு முறை வெப்பப்படுத்திகள் நீளமான அலைகளில் ஆற்றலை வெளியிடுகின்றன. இவ்வாற்றலை வளி மண்டலக் காற்று எளிதாக உறிஞ்சும். அகச்சிவப்பு விளக்கு சிற்றலைகளில் வெளியிடும் ஆற்றல் செறிவானது; திசைப்படுத்த ஏற்றது. இதில் எதிர்பலிப்பு வகை (reflector type) விளக்கு மிகவும் நிறைவாகச் செயல்படுகிறது. பல்வேறு ஒளி இழை விளக்குகள் வெளியிடும் மின்காந்த அலைமாலையின் ஆற்றல் பரவலைப் படம் காட்டுகிறது. (பக். 34). அகச்சிவப்பு விளக்குகள் தாம் வெளியிடும் ஆற்றலை மின்காந்த அலை மாலையின் அகச்சிவப்புப் பகுதியில் செறிவாக வெளியிடுகின்றன.

அகச்சிவப்பு விளக்குகள் அறுவைச் செயல்முறைகளுக்கும் வீட்டுத் தொழிலகச் சூடேற்றல் பயன்பாடுகளுக்கும் பண்ணைகளில் சூடேற்றும் விளக்குகளுக்கும் (brooders) பயன்படுகின்றன. இவை திறமையானவை;

பல்வேறு அகச்சிவப்பு மூலங்களிலிருந்து பெறும் ஆற்றலின் அலைமாலைப் பரவல்



பாதுகாப்பு மிக்கவை. இடையிலுள்ள காற்று சூடு அடையாமல் இருப்பதால் சூடேற்றப்படும் பொருள் உடனடியாக முதலில் சூடடைகிறது. இவை தொழிலகங்களில் பரவலாக அடுதல் (baking), சூடேற்றல், உலர்த்தல் போன்ற வேலைகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. காண்க, அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு; கதிர்வீச்சு அலைமாலை ஒளியளவியல் பகுப்பாய்வு (Spectro Photometric analysis)

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol. 7, 4th Edition,

McGraw-Hill Book Company, New York, 1977

அகட்டு நூல்

நடுவில் விலை மலிவான நூல் உள்ள கூட்டு நூல். நடு இழையைச் சுற்றிலும் முழுவதுமாக விலை மிக்க சிறப்பின அல்லது உலோக இழை சுற்றப்பட்டிருக்கும். நடு இழை சில்லிழையாகவோ படல இழையாகவோ இருக்கலாம். இந்த நூல் அலங்கார வேலைகளுக்காகச் செய்யப்படுகிறது. நடு இழை ஆடையை உருவாக்கும் போது வலுவூட்டுகிறது. பின்னர் ஆடையைச் சீர் செய்ததும் வேதியியல் வினை மூலம் நடு இழையை நீக்கி ஆடையில் முறுக்கற்ற மெத்தென்ற அமைவைப் பெறலாம். (காண்க, அல்சினேட்டு இழைகள்). பிற வகைகளில் நடு இழை அப்படியே விடப்படுவதுவும் உண்டு. (காண்க, உலோக நூல் அல்லது டின்செல் நூல்) லேஸ்டெக்ஸ் என்ற கூட்டு நூலில் நடு இழையாக ரப்பர் இழை அமைகிறது.

அகட்டுத்தீவு

இது மலைப்பாங்கான தீவு. இதன் பரப்பு 220.2 சதுர கி.மீ. இத்தீவு தென் மேற்கு அலாஸ்காவிற்கு அருகிலுள்ள தீவுக் கூட்டத்தில் ஒன்றாகும். இது அட்டுத் தீவிற்குக் கிழக்கிலும், அலூசியன் தீவிற்கு மேற்கிலும் அமைந்துள்ளது. ஜப்பானிய இராணுவம் இத்தீவை, சூன் 1942 இலிருந்து அக்டோபர் 1942 வரை கைப்பற்றியிருந்தது.

அகத்தி

இது செஸ்பேனியா கிராண்டிஃப்ளோரா (Sesbania grandiflora Pers.) என்று தாவரவியலில் அழைக்கப்படுகின்றது. இதன் தாயகம் மலேசியா (Malaysia) என்று கருதப்படுகின்றது. இது இந்தியாவின் பல பாகங்களில் பயிராக்கப்படுகின்றது. இதற்குப் பேரகத்தி என்ற மறுபெயருமுண்டு. தென்னிந்தியாவில் பெரும்பாலும் மிளகு, வெற்றிலைத் தோட்டங்களில் அவைகளுக்குத் தாங்கியாகப் பயிராக்கப்படுகின்றது. இது இருவிதையிலைத் தாவர வகுப்பில் அல்லி இணையா (Polypetalae) ஃபாபேசி (Fabaceae = Papilionaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது ஒரு சிறு மரமாயினும் குறைந்த காலமே வாழக் கூடியது. 6—10 மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடியது. கட்டை மென்மையானது. இதன் இலைகள் 15—30 செ.மீ. வரை நீளமுடையவை; பெரிய சிறகுக் கூட்டிலைகளாகும் (Pinnately Compound leaf); ஒவ்வோர் கூட்டிலையிலும், ஏறக்குறைய 40 முதல் 60 வரை சிற்றிலைகள் (Leaflets) உள்ளன; சிற்றிலைகள் நீள்சதுர (Oblong) வடிவத்தை உடையவை. மலர்கள் 2—4. இலைக்கோணத்திலுள்ள ரெசிம் (Raceme) மஞ்சரியிலமைந்திருக்கும்: 6—10 செ.மீ. நீளமும், எடுப்பாகவும், சதைப்பற்றுள்ளதாகவும், வெண்மை அல்லது குருதிச் சிவப்பு (Crimson) அல்லி இதழ்களுடனும் காணப்படும். இதன் அல்லி இதழ்கள் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்தவை. மலராத நிலையில் பூ அரிவாள் வடிவத்தை ஒத்திருக்கும். ஆனால் மலர்ந்த நிலையில் இவை வண்ணத்துப்பூச்சி வடிவத்தை ஒத்திருக்கும். ஐந்து இதழ்களில் ஒன்று மற்றவைகளைவிடப் பெரியது. இதற்குக் கொடி இதழ் (Standard petal) என்று பெயர். இதையடுத்து இரு இறகு போன்ற இதழ்களும் (Wing petals; Alae), இரு படகு போன்ற இதழ்களும் (Keel petals ; Carina) உண்டு. மகரந்தத்தாள்கள் 10; இவைகளில் 9 தாள்கள் இணைந்து ஒரு கற்றையாகவும், பத்தாவது தனித்தும் ஆக இருகற்றைகளில் அமைந்திருக்கின்றன. சூற்பை ஒரு சூலக இலையினாலானது; ஓர் அறை கொண்டது. கனிகள் பாட் (Pod) வகையைச் சார்ந்தவை; நீண்டு தொங்கிக்கொண்டிருப்பவை; 15—50

விதைகளைக் கொண்டவை. மலர்கள் பெப்ரவரி, மார்ச் மாதங்களில் தோன்றுகின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. அகத்திக்கீரை உணவாகவும், மருந்தாகவும் பயன்படுகின்றது. இதில் 63 வகைச் சத்துக்கள் இருப்பதாகச் சித்த மருத்துவம் கூறுகிறது. கீரையில் 8.4 விழுக்காடு புரதமும், 1.4 விழுக்காடு கொழுப்பும் 3.1 விழுக்காடு தாது உப்புகளும், 73 விழுக்காடு நீரும், மற்றும் 100 கிராம் கீரையில் 1,130 மில்லி கிராம் சுண்ணாம்புச் சத்தும், 80 மி.கி. மாவுச் சத்தும், 3.9. மி.கி. இரும்புச்சத்தும், 9,000 இ.யூ. ஊட்டச்சத்து 'ஏ'யும் (Vitamin 'A'), 0.21 மி.கி. தயாமின் சத்தும், 0.09 மி.கி. ரைபோஃபிளேவின் சத்தும்(Riboflavin), 1.2. மி.கி. நிக்கோடினிக் அமில மும் (Nicotinic acid), 189 மி.கி. 'சி' ஊட்டச்சத்தும் (Vitamin 'C') இருக்கின்றன. அகத்தியின் தழை மட்டுமின்றி மலர் மொட்டுகளும், காயும், சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன. அகத்திக்கீரை கால்நடைகளுக் கும் கோழிகளுக்கும் தீவனமாகவும் பயன்படுத்தப்படு கிறது. அகத்திக்கீரையிலிருந்து ஒருவகைத் தைலம் எடுக் கப்படுகிறது. இத் தைலம் கண்ணுக்குக் குளிர்ச்சியைக் கொடுப்பதாக நம்பப்படுகிறது. அகத்தியின் பட்டை யும் வேரும் மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. அகத்திக் கீரையிலிருந்தும் பட்டையிலிருந்தும் நார் எடுத்து அதை மீன் பிடிக்கும் வலைகளை வலுப்படுத்தப் பயன்படுத்து கிறார்கள். மேலும், இதன் பட்டையைத் தோல் பதனி டவும், அதிலிருந்து நார் எடுத்து கயிறு திரிக்கவும் பயன் படுத்துகிறார்கள். பட்டையை அரைத்துச் சொறி சிரங்குகளுக்கு மருந்தாகத் தடவுகின்றார்கள். வேரை நீரில் அரைத்து மூட்டுவலிக்குத் (Rheumatism) தடவு கின்றார்கள். மூங்கில், சவுக்கு கிடைக்காத இடங் களில், தற்காலிகக் கூரைகள் போடுவதற்கு அகத்தி யின் அடிமரத்தைப் பயன்படுத்துவர். பட்டை நீக்கிய அடிமரம் வெண்மையாகவும் மிருதுவாகவும் இருக் கும். இது வெடி மருந்து செய்யவும் விளையாட்டுச் சாமான்கள் செய்யவும் உதவுகிறது.

இரா அ.

அகத்தி

1. கூட்டு இலை; 2. பூ; 3. ஆணகம்; 4. அல்லி இதழ்கள்; 5. சூற்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்; 6. சூற்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்; 7. புல்லி வட்டம்; 8. இலையடிச் சிதல்

நூலோதி

Gamble J. S. Fl. Pres. Madras. Vol I 323, Adlard & Son Ltd., London, 1918.

The Wealth of India. CSIR Publ. New Delhi Vol. IX. 1972.

அகத்தியர் குழம்பு

அகத்தியர் குழம்பு சித்த மருத்துவத்தில் புகழ் பெற்ற ஓர் அரிய மருந்தாகும். இது தக்க அனுபானங்களுடன் உரிய அளவில் கொடுக்கப்பட்டுவந்தால் பல்வேறு பிணி களையும் நீக்கவல்லது. அகத்தியர் குழம்பு பற்றிப் பல் வேறு சித்தர்கள் தத்தமது நூல்களில் கூறியுள்ளனர். இவற்றில் உண்மையான அகத்தியர் குழம்பு எது என்

பதில் பல்வேறுபட்ட கருத்துக்கள் உள. மேலும் இதன் செய்முறையில் கூறப்படும் பச்சை என்ற சொல்லுக்குப் பொருள் கூறுவதிலும் அறிஞர்கள் வேறுபடுகின்றனர்.

தஞ்சாவூர் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம், தஞ்சை சரஸ்வதி மஹால் நூலகம், திருவனந்தபுரம் கீழ்த்திசைச் சுவடிகள் நூலகம், திருப்பதி வெங்கடேஸ்வரா சுவடிகள் நூலகம், சென்னைக் கீழ்த்திசைச் சுவடிகள் நூலகம் போன்ற சுவடிகள் நூலகங்களிலும் மற்றும் தனியாரிடத்திலும் அகத்தியர் குழம்பு என்ற பெயரில் சுவடிகள் உள்ளன. மேலும் மேற்படி மருந்து வெவ்வேறு அச்சு நூல்களிலும் கூறப்பட்டுள்ளது.

சித்த வைத்தியத் திரட்டு

டாக்டர் க.நா.குப்புசாமி, எச்.பி.ஐ.எம்., டாக்டர் க.சு. உத்தமராயன், எச்.பி.ஐ.எம்., இருவரும் இணைந்து (1979) இதில் 14 பாடல்களை உரையுடன் திரட்டியுள்ளனர். (பக்கம் 171).இதில் 10-வது பாடலில் பத்தியங் கூறப்பட்டுள்ளது.

அனுபோக வைத்திய பிரம்ம ரகசியம்

சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார் இயற்றிய இந்நூலில் முதற்பாகம் (1923) பக்கம் 33-37இல் அகத்தியர் மகா குழம்பு என்ற பெயரில் 25 பாடல்கள் உரையுடன் உள்ளன. இதில் சேர்க்கப்படும்சரக்குகள் பெருங்காயம், கடுகு, இந்துப்பு, இரசம், வெங்காரம், நாபி, மனோசிலை, ஓமம், அரிதாரம், கருஞ்சீரகம் வகைக்கு ஒரு கழஞ்சு (5.1.கிராம்), வாளம் 10 கழஞ்சு (51 கிராம்). இவற்றில் மனோசிலை, இரசம், அரிதாரம், வெங்காரம், நாபி ஆகிய ஐந்து சரக்குகளையும் பச்சையாகக் கூட்ட வேண்டும். அதாவது சுத்தி செய்ய வேண்டுவதில்லை எனக் கூறப்பட்டுள்ளது.

ஆத்மரட்சாமிர்தம் என்னும் வைத்திய சாரசங்கிரகம்

வே. கந்தசாமி முதலியாருடைய இந்நூலில் (1905) பக்கம் 518 இல் உரைநடையில் ஒரு செய்தி கூறப்பட்டுள்ளது. இதில் கடுகுக்குப் பதில் கடுகுரோகிணி சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் காட்டாமணக்கு முத்துப் பருப்பு வராகனெடை 5 (25.5 கிராம்) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

சகஸ்ர சித்தயோகம்

எஸ். கிருஷ்ணராவ் எழுதிய ''குழம்பு வர்க்கம்'' (1933) இரண்டாம் பாகம், பக்கம் 8இல் ஓர் அகத்தியர் குழம்பு கூறப்பட்டுள்ளது. இதில் சுத்தி செய்த இரசம், தாளகம், மனோசிலை, வெங்காரம், இந்துப்பு, கடுகுரோகிணி, பெருங்காயம், கருஞ்சீரகம், அரிசித் திப்பிலி வகைக்கு ஒரு கழஞ்சு (5.1 கிராம்), வாளம் கழஞ்சு 9 (45.9 கிராம்) சேரும் சரக்குகள் என்றும், இவற்றில் முதல் ஐந்து சரக்குகளை முறைப்படி பொடித்துக் கொண்டு மீதி ஐந்து சரக்குகளில் வாளத்தைத் தவிர்த்து மற்றவைகளைப் பொன்னிறமாய் வறுத்துப் பொடித்து,வஸ்திரகாயஞ் செய்து முன் மருந்தோடு கூட்டியரைத்துக் கலந்த பின்னர், வாளத்தைச் சிற்றாமணக்கெண்ணெய் தெளித்து வறுத்து, அதனை ஒவ்வொரு பருப்பாய்க் கூட்டியரைப்பதே இம்மருந்தின் இரகசிய கைப்பாகம் என்றும், மேலும் இரசத்திற்குப் பதில் இரசபதங்கத்தைக் கூட்டிச் செய்வது சாலச் சிறந்தது என்றும் கூறப்பட்டுள்ளது.

ஐந்தாம் உலகத் தமிழ் மாநாட்டுக் கருத்தரங்கக் கட்டுரையில் (1981) பேராசிரியர் ந. சேதுரகுநாதன் அவர்களால்தொகுதி மூன்றில் (பக்கம் 386—394இல்)- அகத்தியர் குழம்பு பற்றிய ஓர் ஆய்வுக் கட்டுரை வெளியிடப்பட்டுள்ளது. இதில் (''அகத்தியர் அமுதக் கலை ஞானம் 1200'' பாடல்கள் 900—904) பல்வேறு நூல்களிலிருந்து மேற்கோள் காட்டிப் பச்சை என்ற சொல்லுக்கு மற்றவர்கள் கூறும் பொருள் தவறென்றும், ''கோரக்கர் முத்தாரம்'' என்ற நூலில் பச்சை என்பதற்கு முட்டை மஞ்சட்கரு என்று பொருள் கூறியிருப்பதே சரியானது என்றும், ஆகையால் அகத்தியர் குழம்பு செய்வதற்கு 5 கழஞ்சு (25.5 கிராம்) முட்டை மஞ்சட்கரு விட்டு அரைக்க வேண்டும் என்றும் கூறியுள்ளார்.

நோய்களுக்குச் சித்த பரிகாரம்

டாக்டர் ம. சண்முகவேலு அவர்கள் தம்முடைய நூலில் (1972) (பக்கம் 334—339இல்)- ஓர் அகத்தியர் குழம்பு பற்றிக் கூறியுள்ளார். இவர் பதினொன்றாவது சரக்காகக் கந்தகத்தைச் சேர்த்துள்ளார்.

> ''சாரும் பச்சையது என்ன வென்றால்
> சரியான நிம்பப் பத்திரிச் சாற்றில் பாரே''

என்று கூறி, வேப்பிலைதான் பச்சை என்பதற்குப் பொருள் என்றும் கூறியுள்ளார். ஆனால் உரையில் பாடலில் கூறியுள்ளது போல் வேப்பிலைச் சாற்றை விட்டு அரைக்க வேண்டும் என்று கூறாமல் வேப்பிலையை நிறைய எடுத்துக் குடிநீரிலிட்டுச் சுண்டிய பிறகு வடிகட்டி, அதில் பாதரசம் அல்லது வாலை சரசம் சேர்த்துக் குழம்பு பதம் ஆகுமட்டும் அரைத்துப் பின் மற்ற சரக்குகளுடன் கல்வத்திலிட்டு அரைக்க வேண்டுமெனக் கூறியுள்ளார்.

தன்வந்திரி வைத்திய காவியம் 1000

திரு. வே. கந்தசாமி முதலியார் (1888) அகத்தியர் குழம்பு என்ற தலைப்பில் ஒரு மருந்து பற்றி நான்கு பாடல்களில் கூறியிருக்கிறார். ஆனால் இந்நான்கு பாடல்களுள் எவ்விடத்திலும் அகத்தியர் குழம்பு என்று குறிக்கப்படவில்லை. இக்குழம்பு மற்ற அகத்தியர் குழம்பிலிருந்து மாறுபட்டுள்ளது.

யூகி முனிவர் கும்மி 1000

திரு குரு. இராமசாமிக்கோன் இயற்றிய இந்நூலில் (1936) (பக்கம் –44—46) 14 பாடல்கள் அகத்தியர்

குழம்பு என்ற தலைப்பில் கூறப்பட்டுள்ளன. இதில் பெருங்காயம், கடுகுரோகிணி, இந்துப்பு, வெங்காரம், மனோசிலை, திப்பிலி, கருஞ்சீரகம், சுக்கு இவற்றைச் சம எடை எடுத்துக் கொண்டு வாளத்தைக் கருக்கிக் கூட்டி, ஆவின் மோர்விட்டு 2 சாமம் அரைக்க வேண்டும் எனக் கூறப்பட்டுள்ளது.

தேரையர் சேகரப்பா

டாக்டர் இரா. தியாகராஜன் இயற்றிய இந்நூலில் (1979) (பக்கம்—55) அகத்தியர் குழம்பு கூறப் பட்டுள்ளது. இதில் சுத்தி செய்யப்பட்ட வாளம், இந்துப்பு, கடுகு, ஓமம், மிளகு, சீரகம் இவைகளைச் சம எடை எடுத்து எலுமிச்சம் பழச்சாற்றில் ஆறு நாட்கள் அரைத்து ஒரு சாமம் எரித்துக் குழம்பு பதத்தில் எடுத்து மிளகளவு உருட்டி உட்கொள்ள வேண்டுமெனக் கூறி யுள்ளார்.

வைத்தியத் திருப்புகழ்

ஹகீம் பா. முகம்மது அப்துல்லா சாயபு எழுதிய இந் நூல் இரண்டாம் பதிப்பு (1975) பக்கம்—35—இல் ஓர் அகத்தியர் குழம்பு கூறப்பட்டுள்ளது. இதில் மஞ்சள் கடுக்காய்த் தோல், கடுகுரோகிணி, அரிசித் திப்பிலி, கருநாபி, கருஞ்சீரகம், கடுகு, பொரித்த பெருங்காயம், தூயதாக்கிய மடலரிதாரம், இரசம், பொரித்த வெங் காரம், இந்துப்பு, தூயதாக்கிய மனோசிலை இவை வகைக்கு ஒரு வராகனெடை (4.1.கிராம்), கொட்டாங் கச்சிக்கரி 4 வராகனெடை (16.4 கிராம்), பனை வெல் லத்தை உத்தாமணிச் சாற்றில் கரைத்துக் கொண்டு அதனை விட்டு மேற்படி மருந்துகளைப் பொடித்துக் கூட்டி 12 மணி நேரம் அரைத்துப் பின் அதேபோன்று தேங்காய்ப் பாலிலும் 12 மணி நேரம் அரைத்து மெழுகு பதமாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும் என்று கூறப்பட்டுள்ளது.

அகத்தியர் குழம்பு பற்றிப் பல்வேறு நூல்களில் பல விதமாகக் கூறப்பட்டிருந்தாலும், வழக்கத்தில் உள்ள முறை, அதில் சேரும் சரக்குகள், சுத்திமுறை, குழம்பு செய்முறை, துணைமருந்து, தீரும் நோய்கள் போன் றவை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சேரும் சரக்குகள்

பெருங்காயம், கடுகு, இந்துப்பு, இரசம், வெங்காரம் நாபி, மனோசிலை, ஓமம், அரிதாரம், கருஞ்சீரகம்— வகைக்கு ஒரு கழஞ்சு (5.1. கிராம்), வாளம் 10 கழஞ்சு (51. கிராம்).

சுத்திமுறை

காயம்	:	இதனைப் பொரித்து எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.
கடுகு	:	தூசு தும்புகள் நீக்கிக் கொள்ள வேண்டும்.
இந்துப்பு	:	இதைக் காடி அல்லது வெள்ளாட்டுச் சிறுநீரில் மூன்று நாள் ஊறப் போட்டுச் சூரிய ஒளியில் உலர்த்தி எடுக்கச் சுத்தியாகும்.
இரசம்	:	இதனைச் செங்கல் பொடியிலும், மஞ்சட் பொடியிலும், ஒவ்வொரு மணி நேரம் ஆட்டிச் சுத்த நீரால் அலம்பி, ஒரு படி மேனிச் சாற்றி லிட்டு அடுப்பேற்றிச்சாறு சுண்டும்படி எரித்து எடுக்கச் சுத்தியாகும்.
வெங்காரம்	:	நீர் வற்றும்படி பொரித்துக் கொள்ள வேண்டும்.
நாபி	:	கோமயத்தில் ஊறவைத்து எடுத்து நிழலில் உலர்த்திக் கொள்ள வேண் டும்.
மனோசிலை	:	இஞ்சிச் சாறு, பழச்சாறு, பசுவின் மோர் இவற்றில் ஒன்றை மனோசிலை யுடன் சேர்த்து 3 மணி நேரம் நன் றாய் அரைத்து, உலர்த்தி எடுத்துக் கொள்ளச் சுத்தியாகும்.
ஓமம்	:	தூசிகள் நீக்க வேண்டும்.
அரிதாரம்	:	கற்சுண்ணத்தில் கழுதை நீரிட்டுத் தாளித்து எடுக்கச் சுத்தியாகும்.
கருஞ்சீரகம்	:	தூசு, தும்புகளின்றி எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

வாளம்

பசுவின் பால், பசுவின் சிறுநீர், பழச்சாறு இம்மூன்றி லும், நேர்வாளத்தை ஒரு துணியில் முடிந்து போட்டுத் தனித்தனியே ஒவ்வொன்றிலும் வேகவைத்தெடுத்து ஓட்டையும், தோலையும், உள்ளிலையையும் நீக்கிப் பசுவின் நெய் விட்டு வறுத்தெடுக்கச் சுத்தியாகும். 25.5 கிராம் நேர்வாளத்தை வறுக்காமல் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

குழம்பு செய்முறை

பெருங்காயம், கடுகு, நாபி, ஓமம், கருஞ்சீரகம் இவை களைத் தனித்தனியாக உரலிலிட்டுப் பொடித்துக் கொள்ள வேண்டும். பின் ஒவ்வொன்றாகக் கல்வத்தி லிட்டு, நேர்வாளம் தவிர மற்றச் சரக்குகளையும் சேர்த்து அரைக்க வேண்டும். அதன்பின் நேர்வாளப் பருப்பினை ஒவ்வொன்றாகக் கூட்டி மெழுகுபதம் வரும் வரை அரைத்து வழித்தெடுத்துக் கொம்புச் சிமிழில் கொள்ள வேண்டும்.

அளவு : 480 மி. கிராம். கண்ணிலிடக் கடுகளவு.

அரைக்கும்போது கடைப்பிடிக்க வேண்டியவை

மருந்தரைப்பவர்கட்கு உடம்பில் எரிச்சல் உண்டா கும். இதனைத் தவிர்க்க மோரும் சோறும் உண்ட பின் அரைக்க வேண்டும்.

அளவு: 488 மி.கிராம். இது தற்கால உடலினர்க்கு மிகுந்த அளவாகும். ஆதலால் இதில் பாதியளவு காலை மட்டும் வெறும் வயிற்றில் வழங்கலாம்.

துணைமருந்து	தீரும் நோய்கள்
1. சுக்குத் தூள்	சுரம்
2. கடுக்காய்த் தூள்	இருமல்
3. சுக்கு, மிளகுத் தூள்	குளிர் சுரங்கள்
4. நெய், பால்	இரத்தமூலம்
5. மிளகுத் தூள் வெள்ளை வெங்காயம்	பாண்டு, மகோதரம், பெரு வயிறு, நீராமை, சோகை
6. தேன், இஞ்சிச் சாறு	சன்னி
7. நொச்சிச் சாறு	சூசிகா வலி
8. கஞ்சாச் சாறு	காசம், பீனிசங்கள்
9. சுக்கு, மிளகு	வாதசூலை
10. தாழை விழுது	நீர்க்கட்டு, நீர்க்கல் லடைப்பு
11. சங்குங்குப்பிச் சாறு	கிரந்தி, கரப்பான்
12. வெள்ளுள்ளி, கழற்சி யிலைக் குடிநீர்	13 வகை சன்னி
13. அரசின் கொழுந்தை ஆவின் பாலில் அரைத்துக் கொடுக்க	கர்ப்பம் உண்டாகும் ஆண்மை உண்டாகும்
14. நாவல் பட்டையை ஆட்டின் பால் விட்டு அரைத்துச் சீரகப் பொடி சேர்த்துக் கொடுக்க	சூதக வலி, சூதக வாயு
15. நொச்சிச் சாறு, சாரணைவேர்த் தூள், மிளகுத் தூள்	சூசிக வாயு, திரட்சி, வலி
16. உள்ளி, முருங்கைப் பட்டை, புங்கு எருக்கம் வேர், திருகுகள்ளி, இஞ்சிச் சுரசம்	பிறவிச் சூதகக் கோளாறுகள்
17. இலவங்கப் பத்திரி, கிராம்பு, அதிமதுரம், தாளிசப்பத்திரி, வெண்ணெய்	நெஞ்சுவலி
18. தாளியிலை, அவுரி, வெண்ணெய்	விரியன் விஷம்
19. நாவல் கொழுந்து, மிளகு, வெற்றிலை	நாகக்கடி விஷம்
20. அகத்தியிலை, துளசி யிலை	தேள்கடி விஷம்
21. வெல்லம், புகையூறல், மிளகு பேய்ப்பீர்க்கு, குப்பை மேனிச்சாறு	வழலை விஷம்
22. பழைய புளி, வெல்லம், சித்திர மூலம், குப்பை மேனிச்சாறு	நஞ்சுக் கடியினால் உண்டான வலி
23. மிளகு, பொரித்த வெங்காரம், பால் அல்லது நெய்	நீர்க்கட்டு
24. நொச்சிச் சாறு, சுக்கு மிளகு, திப்பிலி	விஷபாகத்தில் உண்டான வீக்கம்
25. சுக்குக் குடிநீர்	பேய் பிடித்தற்கு, வாத சுரம்
26. கடுக்காய்க் குடிநீர்	பித்த சுரம்
27. திப்பிலி, கிராம்பு, வெற்பேந்தி, நாபிக் குடிநீர்	சிலேட்டும சுரம்
28. இஞ்சிச் சுரசம், வெள்ளுள்ளித் தைலம்	13 வகைச் சன்னி
29. இளநீர், வெள்ளரிக் காய், காடி, திப்பிலிக் குடிநீர்	நீரடைப்பு
30. காடி	வாந்தி
31. இஞ்சிச் சுரசம்,	மூலவாயு, வாதம், 8 வகைக் குன்மம்
32. பசுவின் பால்	மூலத்தில் சீதம் விழுவதற்கு
33. பசுவின் நெய்	மூலத்தில் இருந்து இரத்தம் விழல்
34. வெள்ளாட்டுப் பால்	கர்ப்பவிப்புருதி
35. ஆவின்பால்	சூதகக் கட்டு, கர்ப்பவிப் புருதி
36. அகத்திச்சாறு	மகோதரம்
37. ஆமணக்கெண்ணெய்	வாயு, திரட்சி
38. இஞ்சிச் சாறு	அண்டவாதத்தில் உண்டாகும் சுரம்
39. தேங்காய்ப் பால்	மூலவாதம்
40. கருப்புக் கட்டி	மூலவாயுவினால் உண்டாகும் சுரம்
41. இஞ்சிச் சாறு	வாயுவினால் வந்த சுரம்
42. பசும்பால்	பித்தம்
43. கடுக்காய், திப்பிலி	ஐயம்
44. பஞ்சமூலக் குடிநீர் (கண்டு பாரங்கி, சித்தி மூலம், சுக்கு, செவ்வியம், பேரரத்தை)	13 வகைச் சன்னி
45. வெல்லம்	தாபசுரம், வாதசுரம்
46. நொச்சிச் சாறு	வாதசுரம்
47. கொத்துமல்லிக் குடிநீர்	பித்த சுரம்
48. திப்பிலிக் குடிநீர்	ஐயசுரம்

49. இஞ்சிச் சுரசம், அகத்தியிலைச் சாறு	குளிர்
50. எலுமிச்சம் பழச்சாறு	காமாலை
51. நல்லெண்ணெய்	ஆறாப்புண்கள்
52. காடி	நீர்க்கரிச் சுரங்கள்
53. வெள்ளாட்டுத் தயிர்	வயிற்றுக் கடுப்பு
54. கருப்புக்கட்டி	18 வகைச் சூலை
55. பசுவின் தயிர்	பெண்களுக்குண்டாகும் சூலை
56. விளாமிச்சை வேர்க் குடிநீர்	பித்தவெட்டை
57. செம்மறியாட்டுப் பால், சாம்பிராணித் தைலம்	கொங்கைகளுண்டாகி, ருது உண்டாக
58. கருப்புக்கட்டி	கிரந்தி
59. வெற்றிலை	விஷம்
60. சாதிக்காய்ப் பொடி	அசாத்திய சுரம், முக வாதம், சன்னி

வெளிப்பிரயோகம்

61. வேப்பெண்ணெயில் கண்ணிலிட	சுக சன்னி
62. உமிழ்நீர்	பரு, பிளவை, தொடை வாழை, அரையாப்புப் புண்கள், நரம்புச் சிலந்தி, நகிற்குத்து, நகிற் புண், விடம்
63. திரிப்புகை	கபாலவலி, தலைவாதம் பேய்
64. சுக்குநீரில் கண்ணிலிட	பேய் பிடித்தற்கு
65. தாய்ப்பாலில் நசியமிட	ஒருதலைவலி
66. தாய்ப்பாலில் கண்ணிலிட	கண்ணோய், மரம், தண்ணீரில் விழுந்து மயங்குபவர்களுக்கு
67. நல்லெண்ணெய், வேப்பெண்ணெய்	ஆறாப்புண்

இம்மருந்தால் ஏற்படும் பின் விளைவுகளும், தடுப்பு முறைகளும்

1. மருந்தை அரைக்கும்போது உடல் எரிச்சல் உண்டாகமலிருக்க	மோரும் சோறும் உண்ட பின்பு அரைக்க வேண்டும்
2. கண்ணிலிட வீக்கம் உண்டானால்	கற்றாழஞ்சோறு, தயிர், சந்தனம் இவற்றில் ஒன்றைக் கண்ணில் வைத்துக் கட்ட வேண்டும்.
3. பேதி அதிகமானால்	1. சுட்ட வசம்பைக் குடிநீர் செய்து பாக்களவு வெண்ணெய்சேர்த்துக் கொடுக்க வேண்டும். 2. சுட்ட வசம்புக் குடிநீர் 3. மோர், பழச்சாறு 4. வசம்பு, முருங்கை, ஈர்க்குக் குடிநீர் 5. பால், எலுமிச்சம்பழச் சாறு கலந்து வடிகட்டிக் கொடுக்க வேண்டும்.
4. வாந்தி அதிகமானால்	சீரகக் குடிநீரில், சர்க்கரை கூட்டிக் கொர்டுக்க வேண்டும்.

பத்தியம்

ஆவின் நெய், பொன்னாங்கண்ணி, முருங்கை, வாழைக்காய், நாரத்தங்காய், தூதுவளை வற்றல் இவற்றை உண்ணலாம்.

பேதி அதிகமாயிருக்கும்போது சோறும் குழம்பும் உண்ணக்கூடாது.

சே.பி.

அகத்திய விண்மீண்

நாம் பார்க்கக் கூடிய அதிக ஒளியுடைய விண்மீன்களில் அகத்தியவிண்மீன் (Canopus) இரண்டாவதாகும். இதைவிட மிகவும் அதிக ஒளியுடையது மிருகசீரிடம் (Sirius) ஒன்றே. இந்த விண்மீன் வெண்மஞ்சள் நிறமுடையது. சூரியனின் ஒளியைப்போல் 1500 மடங்கு அதிக ஒளியுடையது. F வகை நிறமாலையைச் (F type spectral) சார்ந்தது. இதன் புறப்பரப்பு வெப்பநிலை 6000° K முதல் 7500° K வரை இருக்கும். தெற்கு வானத்தில் உள்ள காரினே (Carinae) என்னும் விண்மீன் குழுவில் இது அமைந்துள்ளது. வானகோளத்தின் (Celestial sphere) நடுக்கோட்டிற்குத் தெற்கே 53° விலகி உள்ளது. எனவே, நிலநடுக்கோட்டிற்கு 37° வடக்கே உள்ளவர்களால் இதைக் காண முடியாது. இது புவியிலிருந்து 100 ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது.

அகத்துறிஞ்சல்

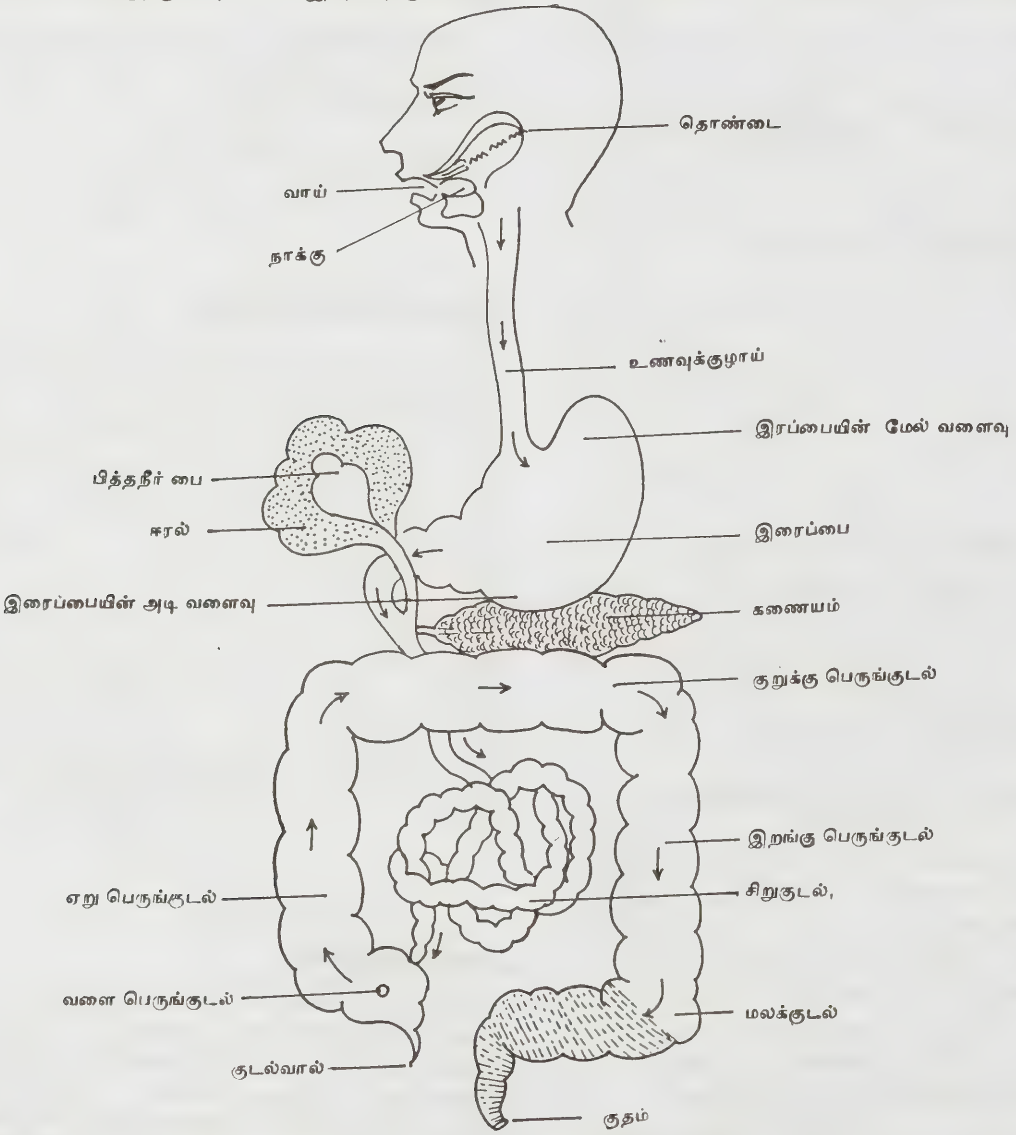
உலகில், பலவகையான உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. அவை அனைத்துயிர்க்கும் பொதுவான சில செயல்களைச்செய்கின்றன. அவை உண்ணுதல், மூச்சுவிடுதல் (Respiration), இனப்பெருக்கம் (Reproduction), கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்றுதல் (Excretion) என்பனவாம். இச்செயல்கள் நடைபெறத் தேவையான ஆற்றல் உணவின் மூலம் கிடைக்கிறது.

நாம் உண்ணும் உணவில் பல சத்துப் பொருள்கள் கலந்துள்ளன. இவைதாம் உடலுறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கும் நலத்திற்கும் உறுதுணை புரிகின்றன. இத்தகைய சத்துப் பொருள்களாவன:

1. மாவுப்பொருள் (Carbohydrates)
2. கொழுப்பு (Fat)
3. புரதம் (Protein)
4. உயிர்ச் சத்துக்கள் (Vitamins)
5. கனிமப் பொருள்கள் (Minerals)
6. தண்ணீர் (water).

இவற்றின் வேதியியல் அமைப்பு (Chemical composition) உணவிலிருந்து நேராக இரத்தத்துடன் சேரும் வண்ணம் அமைந்திருக்கவில்லை. இந்தச் சத்துப் பொருள்கள் மிகச் சிறிய அளவிலும், கரையக் கூடிய தன்மையுடனும் இருந்தால்தான் உணவுக் குழலின் உயிரணுக்களில் புகுந்து இரத்தத்தில் கலக்க முடியும். எனவேதான் மாவுப்பொருள், புரதம், கொழுப்பு முதலிய சத்துப் பொருள்கள் வேதியியல் மாற்றங்கள் (Chemical change) அடைந்த பின்னரே உடலுடன் சேர்கின்றன. ஆனால் உயிர்ச் சத்துக்கள் கனிமப் பொருள்கள், தண்ணீர் முதலியன நேரடியாக உறிஞ்சப்படுகின்றன.

உணவுக் குழாயிலுள்ள சீரண நீர்கள் (Digestive juices) இப்பணியைச் செய்கின்றன. இதையே நாம் உணவு செரித்தல் (Digestion) எனக் குறிப்பிடுகிறோம். சீரண நீர்களால் செரிக்கப்பட்ட சத்துப் பொருள்கள் சிறுகுடலில் (Small intestine) உறிஞ்சப்பட்டு இரத்தத்தில் கலக்கின்றன. இதுவே 'அகத்துறிஞ்சல்' எனப்படுகிறது. செரித்தலும், அகத்துறிஞ்சலும் இல்லாத ஒருவர் எவ்வளவு சத்துப் பொருள்களை உட்கொண்டாலும் அதனால் யாதொரு பயனும் விளையாமல் உடல் நலம் குன்றி நோய்களுக்கு உறைவிடமாக மாறுவர்.



உணவு செரித்தல்

அகத்துறிஞ்சல் நடைபெறுவதற்கு முன்னர் உணவு நன்கு செரிக்கப்பட்டு இருக்க வேண்டும். செரித்தல் நடைபெறச் சீரண ஹார்மோன்கள் (Digestive enzymes) மிகவும் அவசியம். சீரண ஹார்மோன்கள் சுரப்பி நாளங்களின் (Ducts) மூலம் உணவுப்பாதையில் வந்து சேர்கின்றன. சீரண ஹார்மோன்கள் உணவுப்பொருள்களை மிருதுவாகவும், எளிய வேதியியல் அமைப்புக் கொண்டவையாகவும் மாற்றுகின்றன. நீராற் பகுத்தல் (Hydrolysis) முறையில் இவை உணவுப் பொருள்களைச் சிதைக்கின்றன. உடலின் வெப்பநிலை இவற்றின் செயல் திறனுக்கு மிகவும் உகந்ததாய் அமைந்து உள்ளது. உணவுப் பாதையில் காணப்படும் ஹார்மோன்கள், அவற்றின் செயல்கள் பற்றிய விவரங்கள் அட்டவணையில் (பக். 43) காட்டப்பட்டுள்ளன.

வாய்

செரித்தல் என்பது வாயிலிருந்து தொடங்கிக் குடல்கள் வரையில் நடைபெறுகிறது. வாயில் உணவுப் பொருள்களைப் பற்கள் நன்கு அரைத்துச் சிறுசிறு துணுக்குகளாக மாற்றுகின்றன. கடினமான பொருள்கள் மென்மையாக்கப் படுகின்றன. உமிழ் நீருடன் சேர்ந்து அவை பசை போன்று ஆக்கப்படுகின்றன. இங்கு மாவுப் பொருள் மட்டுமே ஓரளவு மாற்றம் பெறுகிறது. வாயில் உணவு அதிக நேரம் தங்குவதில்லை. ஆதலால் செரித்தல் நன்கு நடைபெறுவதில்லை.

லங்கள் (Amino acids), இவ்விதமாகப் புரதங்கள் யாவும் அமினோ அமிலங்கள் வடிவிலேயே அகத்துறிஞ்சப்படுகின்றன.

இரைப்பை

வாயிலிருந்து உணவு, உணவுக் குழாய் வழியாக இரைப்பைக்கு வருகிறது. இரைப்பை உணவைச் சேகரித்து வைக்கிறது. அமிலத் தன்மையினால் உணவுப் பொருள்களை ஓரளவிற்கு நோய்க்கிருமிகளிடமிருந்து பாதுகாக்கிறது. புரதத்தை மாற்றுவதற்கான பெப்ஸின் (Pepsin) இரைப்பையில் சுரக்கிறது. கொழுப்புப் பொருளும், மாவுப் பொருளும் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றம் அடைவதில்லை.

சிறுகுடல்

இதன் பிறகு உணவுப் பொருள்கள் சிறுகுடலை வந்தடைகின்றன. எல்லாச் சத்துப் பொருள்களும் இங்குதான் முழுமையாகச் செரிக்கப்பட்டு உடலுடன் சேர்கின்றன. கணைய நீரும் (Pancreatic juice), பித்த நீரும் (Bile) செரித்தல் நடைபெற மிகவும் உதவுகின்றன. பித்தநீர் கொழுப்புப் பொருளைச் செரிப்பதற்கு உதவுகிறது.

அட்டவணையில் காட்டப்பட்டவை குறிப்பிடத்தக்க ஹார்மோன்களாகும், இவற்றைத்தவிரச் சிறுகுடல் உயிரணுக்களில் (Intestinal cells) உட்புறமும் சில ஹார்மோன்கள் உற்பத்தியாகின்றன. ஒவ்வொரு சத்துப் பொருளும் நன்கு செரிக்கப்படுவதற்கு இந்த ஹார்மோன் யாவும் ஒருங்கிணைந்து செயல்படுவது மிகவும் அவசியம்.

மாவுப் பொருளில் மாற்றங்கள்

ஸ்டார்ச் (Starch)		→	மால்டோஸ் (Maltose)	+	ஐஸோமால்டோஸ் (Isomaltose)
க்ளைகோஜன் (Glycogen)		→	குளுக்கோஸ் (Glucose)		
சர்க்கரை	சுக்ரோஸ் (Sucrose)	→	குளுக்கோஸ்	+	ஃபிரக்டோஸ் (Fructose)
லேக்டோஸ் (Lactose)		→	குளுக்கோஸ்	+	காலக்டோஸ் (Galactose)

குளுக்கோஸ், ஃபிரக்டோஸ், காலக்டோஸ் என்ற வடிவில்தான் மாவுப்பொருள் உறிஞ்சப்படுகிறது. இவை தவிரச் சிறிதளவு அராபினோஸ் (Arabinose), சைலோஸ் (Xylose) என்பனவும் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

புரதத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

புரதம் (பாலிபெப்டைடுகள்) → பெப்டைடுகள் + அமினோ அமி

இனி மாவுப் பொருளும், புரதமும், கொழுப்பும் செரித்தலினால் அடையும் வேதியியல் மாற்றங்களை வரிசைப் படுத்துவோம்.

கொழுப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

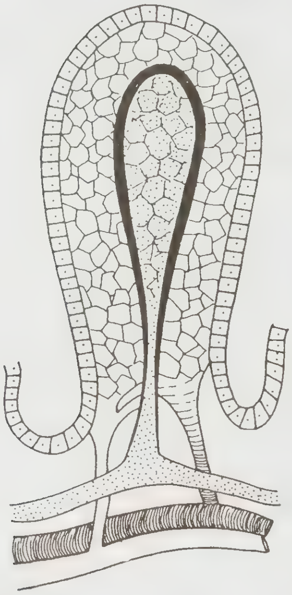
கொழுப்பு (அ) டிரைகிளிசரைடு (Triglyceride) ——→ டைகிளிசரைடு + கொழுப்பு அமிலம் (Di-glyceride) (Fatty acid)

டைகிளிசரைடு ——→ மானோ கிளிசரைடு + கொழுப்பு அமிலம்

மானோ கிளிசரைடு (Mono glyceride) ——→ கிளிசரால் + கொழுப்பு அமிலம் (glycerol)

இவை தவிரக் கொலஸ்டிராலும் (Cholesterol) சில சிறிய அமிலங்களும் செரித்தலுக்குப் பின்னர் காணப் பட்டுள்ளன.

குடல் விரலியின் படம்



அகத்துறிஞ்சல்

முன்னரே குறிப்பிட்டபடி அகத்துறிஞ்சல் என்பது வெவ்வேறு செரித்த உணவுப் பொருள்கள் உணவுப் பாதையில் உறிஞ்சப்பட்டு இரத்தத்துடன் ஒன்று கலக் கும் செயலைக் குறிப்பதாகும். உணவுப் பொருள்கள் சிறுகுடலில்தான் நன்றாகச் செரிக்கப்பட்டு உடலுடன் சேர்கின்றன. எல்லாப் புரதச் சத்துக்களும், கொழுப்புச் சத்துக்களும் சிறுகுடலில்தான் முழுவது மாகச் செரிக்கப்படுகின்றன. கனிமப் பொருள்களும், உயிர்ச்சத்துக்களும் இங்கு தான் உடலில் சேர்கின்றன. இதேபோல், குடிக்கப்படும் தண்ணீரில் 4/5 பகுதி சிறு குடலில் உறிஞ்சுகுழாய்கள் (Villi) மூலம் உறிஞ்சப்படு கிறது. புரதத்தின் ஏறக்குறைய 92 விழுக்காடும், மாவுப் பொருளின் 97 விழுக்காடும், கொழுப்புப் பொருளின் 95 விழுக்காடும் செரிக்கப்பட்ட பின் உறிஞ்சு குழாய்களால் உறிஞ்சப்படுகின்றன. உறிஞ்சு குழாய்களின் வெளிப்புறத்தில் பல நுண் தமனிகள் (Capillaries) உள்ளன. இவை குடற்பாற் குழல்கள் (Lacteals) எனப்படுகின்றன. செரிக்கப்பட்ட கொழுப்புச் சத்தில் பெரும்பகுதி குடற்பாற் குழல்களில் நுழைகிறது. உணவுச் சத்துக்கள் சிறுகுடலை வந்த டைந்த 3 அல்லது 4 மணி நேரத்துக்குள் உடம்பினுள் உறிஞ்சப்பட்டுவிடுகின்றன. இனி ஒவ்வொரு சத்துப் பொருளும் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகின்றது என்பதைப் பற்றி அறிவோம்.

மாவுப் பொருளின் அகத்துறிஞ்சல்

சிறுகுடலின் முன்பகுதி பின்பகுதியை விட அதிக அளவில் மாவுப் பொருள்களை உறிஞ்சுகிறது. செரிக்கப் பட்ட மாவுப் பொருள்களில் காலக்டோஸ், குளுக் கோஸ் என்பவையே விரைவில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. குளுக்கோஸ் உறிஞ்சப்படும் வேகம் (Rate) 100 எனக் கொண்டால், காலக்டோஸ் 110, ஃபிரக்டோஸ் 44, சைலோஸ் 15 என உறிஞ்சப் படுவதாக அறியப் பட்டுள்ளது. குளுக்கோஸ், காலக்டோஸ் முதலியன உணவு செரிக்கப்பட்ட பின் மிகக் குறைந்த அளவில் இருந்தால் கூட வேகத்துடன் உறிஞ்சப்படுகின்றன. இவ்வகை உறிஞ்சலுக்கு ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றது. இவ்வாற்றல் திசுக்களிலிருந்து பெறப்படுவதாக ஆய் வாளர்கள் கருதுகின்றனர். மற்ற மாவுப் பொருள் களான சைலோஸ், அராபினோஸ் முதலியன மேற் கூறிய முறையில் உறிஞ்சப்படுவதில்லை. அவை சாதா ரண பரவல் (Simple diffusion) முறையிலேயே உட லுடன் சேர்கின்றன. பொதுவாக உணவு செரித்தபின் குளுக்கோஸ் தான் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது. அதுமட்டுமன்றி இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் மட்டுமே காணப்படுகின்றது. காலக்டோஸ், ஃபிரக்டோஸ் முதலி யன உறிஞ்சப்பட்டாலும் அவை கல்லீரலுக்குள் குளுக் கோஸாக மாற்றப்பட்டு மீண்டும் இரத்தத்தில் கலக் கின்றன.

புரதத்தின் அகத்துறிஞ்சல்

அமினோ அமிலங்களின் வடிவில் புரதம் சிறுகுடலில் உள்ள குடல் உறிஞ்சிகளால் உறிஞ்சப்பட்டுப் போர்ட் டல் சிரைகளில் (Portal veins) இரத்தத்துடன் கலக் கிறது. அமினோ அமிலங்களின் அகத்துறிஞ்சலுக்கும் ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றது. இதைத் தவிரப் பிரிடாக் ஸின் (Pyridoxine) என்ற உயிர்ச்சத்தும் அமினோ அமி லங்கள் உறிஞ்சப்படுவதற்கு உதவுவதாகத் தெரிகிறது.

கொழுப்புப் பொருள்களின் அகத்துறிஞ்சல்

கொழுப்பு எவ்விதம் உறிஞ்சப்படுகிறது என்பதைப் பற்றி ஆய்வாளர்களிடையே பல கருத்து வேறுபாடுகள் நிலவி வந்தன. வெர்சார் (Verzar) என்பவர் கொழுப்பு முழுவதும் நீராற் பகுக்கப்பட்டு விடுகிறது என்றும், அந்நிலையில் (கிளிசரால் கொழுப்பு அமிலம்) மட்டுமே உறிஞ்சப்படுகிறது என்றும் தெரிவித்தார். இவ்விதம் உறிஞ்சப்படுவதற்கு முன் பித்தநீருடன் கலந்து அவை நீரில் கரையும் தன்மையை அடைகின்றன என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார். கொழுப்பு நிணநீரில் (Lymph) கலந்துவிடுகிறது என்பதும் அவரைச் சார்ந்தோரின் கருத்தாகும்.

1940இல் ஃபிரேசர் (Frazer) என்பவர் கொழுப்பு முழுவதுமாக நீராற் பகுக்கப்படுவதில்லை எனக் கண்டார். கொழுப்பு நீராற் பகுக்கப்பட்ட நிலையிலும், நன்றாகக் கூழாக்கப்பட்ட நிலையிலும் தான் உறிஞ்சப்படுகிறது. நன்றாகக் கூழாக்கப்பட்ட நிலையில் 0.5 மைக்ரான் அளவிலும் சிறிய கொழுப்புத் துளிகள் (Fat droplets) குடல் உறிஞ்சியினுள் செல்கின்றன. இச்சிறிய கொழுப்புத் துளிகள் உருவாவதற்கு லைப்பேஸும், பித்த நீரும் துணைபுரிகின்றன. இவையே ஃபிரேசிரின் கருத்துக்களாம்.

அண்மைக் காலத்தில் ஓரிடத் தனிமங்களின் உதவியுடன் (Isotopes) செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் ஃபிரேசரின் சில கருத்துக்கள் உண்மையே என உறுதி செய்கின்றன. தற்காலக் கருத்துக்களின்படி கொழுப்பு முழுவதும் நீராற் பகுக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் பெரும்பகுதி நீராற் பகுக்கப் படுகிறது. பித்தநீரிலுள்ள உப்புக்கள் (Bile salts), கொழுப்பு சிறுகுடலில் உயிரணுக்களில் புகும் வண்ணம் சிறு துளிகளாக மாற்ற உதவுகின்றன. ஆனால் பித்தநீர். உப்புக்கள் உறிஞ்சப்படுவதில்லை. சிறுகுடல் உயிரணுக்களில் மீண்டும் கொழுப்பு உற்பத்தி செய்யப்பட்டும் பிறகு கைலோமைக்ரான் (Chylomicrons) வடிவில் நிணநீரில் கலக்கின்றது. சிறிய கொழுப்பு அமிலங்கள், கிளிசரால் முதலியன போர்ட்டல் சிரைகளில் சேர்கின்றன. கொலஸ்டிரால் ஊன்நீரிலேயே கலக்கின்றது. இன்னமும் கொழுப்புப் பொருள்கள் சிறுகுடல் உயிரணுக்களில் எந்த முறையில் (Mode of penetration) ஊடுருவுகின்றன என அறியப் படவில்லை.

பெருங்குடலில் அகத்துறிஞ்சல்

பெருங்குடல் சிறுகுடலைவிட அகலமானது. உணவு பெருங்குடலுக்கு வரும் முன்னரே நன்கு செரிக்கப்பட்டு விடுகிறது. முக்கிய சத்துப் பொருள்கள் அனைத்தும் உறிஞ்சப்பட்டு விடுகின்றன. உணவு இங்கு வரும்போது

அட்டவணை

	நொதியின் பெயர்	நொதி உண்டாகுமிடம்	அதன் செயல்கள்
1.	அமைலேஸ் (Amylase)	வாய் (உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள்) (Salivary glands)	சமைக்கப்பட்ட மாவுப்பொருளை, டெக்ஸ்ட்ரினாகவும், மால்டோஸ் ஆகவும் மாற்றுகிறது. வாயில் உணவு நீண்ட நேரம் தங்காததால் இச்செயல் அதிக அளவில் நடைபெற முடிவதில்லை.
2.	பெப்ஸின் (Pepsin)	இரைப்பை	புரதத்தை நீராற்பகுப்பு முறையில் புரோட்டியோஸ், பெப்டோன், பாலிபெப்டைடுகளாக மாற்றுகிறது.
3.	லைப்பேஸ் (Lipase)	இரைப்பை	கொழுப்பைக் கொழுப்பு அமிலம் ஆகவும், கிளிசராலாகவும் பகுக்கிறது. இதன் செயல் அதிக அளவில் நடைபெறுவதில்லை.
4.	ரெனின் (சிறு வயதில் மட்டுமே காணப்படும்) (Renin)	இரைப்பை	பாலில் உள்ள புரதமான கேசீனை (Casein) பாரா கேசீனாக (Para casein) மாற்றுகின்றது.
5.	அமைலேஸ்	கணையம் (1) (Pancreas)	மாவுப்பொருளை மால்டோஸாகவும், ஐஸோமால்டோஸாகவும் மாற்றுகிறது.
6.	கைமோடிரிப்ஸின் (Chymotrypsin)	கணையம் (2)	புரதங்களைப் புரோட்டியோஸ், பெப்டோன், பாலிபெப்டைடுகளாகப் பிரிக்கிறது.
7.	டிரிப்ஸின் (Trypsin)	கணையம் (3)	புரதங்களைப் புரோட்டியோஸ், பெப்டோன், பாலிபெப்டைடு என மாற்றுகின்றது.
8.	பெப்டிடேஸ் (Peptidase)	கணையம் (4)	பாலிபெப்டைடுகளைச் சிறிய பெப்டைடுகளாகவும், அமினோ அமிலங்களாகவும் மாற்றுகின்றது.
9.	லைப்பேஸ் (Lipase)	கணையம் (5)	கொழுப்புப் பொருளை மானோ கிளிசரைடாகவும், கிளிசரால் கொழுப்பு அமிலமாகவும் பிரிக்கிறது.

அதில் பெரும் பகுதி தண்ணீர் இருக்கிறது. அத்தண்ணீர் இங்கு உறிஞ்சப்படுகிறது. சிறிதளவு எஞ்சியுள்ள உப்புக் களும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. உணவு பெருங்குடலைக் கடந்து செல்ல 18-24 மணி நேரமாகிறது. உணவு விரைவாகச் சென்றால் அதில் மிகுந்த நீர் தேங்கிவிடும். மெதுவாகச் செல்வதால் முடிவில் இறுகிய கெட்டியான மலமாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

அகத்துறிஞ்சல் நடைபெற்ற பின் உணவுச் சத்துக்கள் இரத்த நாளங்களின் வழியாக உடலின் எல்லாப் பகுதி களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படும். பிறகு உயிரணுக் களில் வேதியியல் மாற்றங்கள் நடைபெற்று உடலுக்குக் தேவையான சக்தி பெறப்படுகிறது. மேற்கூறியவற்றால் 'அகத்துறிஞ்சல்' என்பது உடல் நலம் பேணப் பெரிதும் உதவுகின்றது என அறியலாம்.

கே. க.

நூலோதி

1. மங்களா. பொ. வினோபா, உடற்செயலியல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் (க.வெ.) வரிசை எண் 722

2. தி வெங்கட கிருட்டிண அய்யங்கார் உணவும் ஊட்டமும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் (க.வெ) வரிசை எண் 118.

3. G.P. Talwar, *Text Book of Biochemistry and Human Biology*, Prentice-Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi-110 001.

அகம் ஊட்டுதல், சுருணைகளின்

அகம் ஊட்டல் முறைகள். சுருணைகள் பயன்படும் பொறிகளின் இயல்பையும் அளவையும் பொறுத்து சுருணைகளின் அகம் ஊட்டல் முறை மூன்று வகைகளில் செய்யப்படுகின்றது. அவை கையால் தடவல், வீச்சுப் பொறியால் தெளித்தல், குழைவணத் (Varnish) தொட்டியில் தோய்த்தெடுத்தல் என்பனவாகும். ஒரே ஒரு பூச்சு மட்டும் தேவையானால் முதலிரு முறைகள் பயன்படுகின்றன. அகம் ஊட்டல் சூடான மின் காப்பிட்ட பொருள்களையும் மின்காப்பிட்ட சுருணை களையும் ஓர் அகமூட்டும் குழைவணத்தில் தோய்த்துச் செய்யப்படுகிறது. எண்ணெய்க் குழைவணத்தால் அக மூட்டப்பட வேண்டிய சுருணையை முதலில் நன்றாக உலர்த்தி ஈரத்தை நீக்க வேண்டும். ஏனெனில் ஈரம் மின்காப்புள்ளே எண்ணெயை நுழையவிடாது. கரைப்பான்கள் ஆவியாகி வெளியேற, அகம் ஊட்டல் முடிந்த பின்னேயும் சுருணையை உலர்த்தல் தேவை யாகும். காற்றையும் ஆவியையும் வெளியேற்றும் எக்கிகள் (pumps) உள்ள அறைகளில் சுருணையை (Winding) உலர்த்தினால் குறைந்த நேரத்திலேயே உலர்த்தி விடலாம்.

சுருணைகள் அவை செய்யப்படும் பல கட்டங்களில் அகம் ஊட்டப்படுகின்றன. நிலையகங்களில் உள்ள கொத்தாகச் சுற்றிய சுருணைகள் காடிகளில் வைக்கப் பட்டதும் அகமூட்டப்படுகின்றன. உயர் மின் அழுத்தப் பொறிகளின் சுருணைகள் முன்பே குழை வணம் அல்லது சேர்மத்தால் அகம் ஊட்டப்பட்ட சுருள்களைக் கொண்டு சுற்றப்படுகின்றன. பின்பு சுருணைகள் அவற்றின் இடத்தில் வைக்கப்பட்டதும், ஓரச் சுருணைகள் மட்டும் கனிமப்படலம் அல்லது மேல் பூசும் குழைவணத்தால் அகம் ஊட்டப்படு கின்றன நேர் மின் பொறிகளின் மின்னகங்கள் முன் அகமூட்டிய சுருள்களால் சுற்றப்பட்டுப் பின் மின்னகம் முழுவதும் குழைவணத்தில் தோய்த்து அகமூட்டப்படுகின்றன. பொறியின் சுமப்புத்திறனைப் பொறுத்து அகமூட்டல் பல தடவைகளிலும் நிகழும். பொதுப் பயன்பாட்டுக்கான மின்பொறி இரு தடவை கள் தோய்த்து அகமூட்டப்படுகின்றது. ஈர எதிர்ப்புத் திறன் மிக்க மின்காப்பு தேவைப்படும் மின்பொறி களின் மின்னகச் சுருணைகள் ஒரு முறை அகமூட்டப்படு கின்றன. சுருள்களாக நான்கு தடவைகளும், சுற்றிய மின்னகமாக மூன்று தடவைகளும் அகமூட்டப்படு கின்றன. 12 முதல் 14 அடுக்கு அபிரக நாடா உள்ள உயர்மின் அழுத்தப் பொறியின் சுருள்கள் நான்கு அடுக்குகளுக்கு ஒரு முறை அகமூட்டப்படு கின்றன (impregnated).

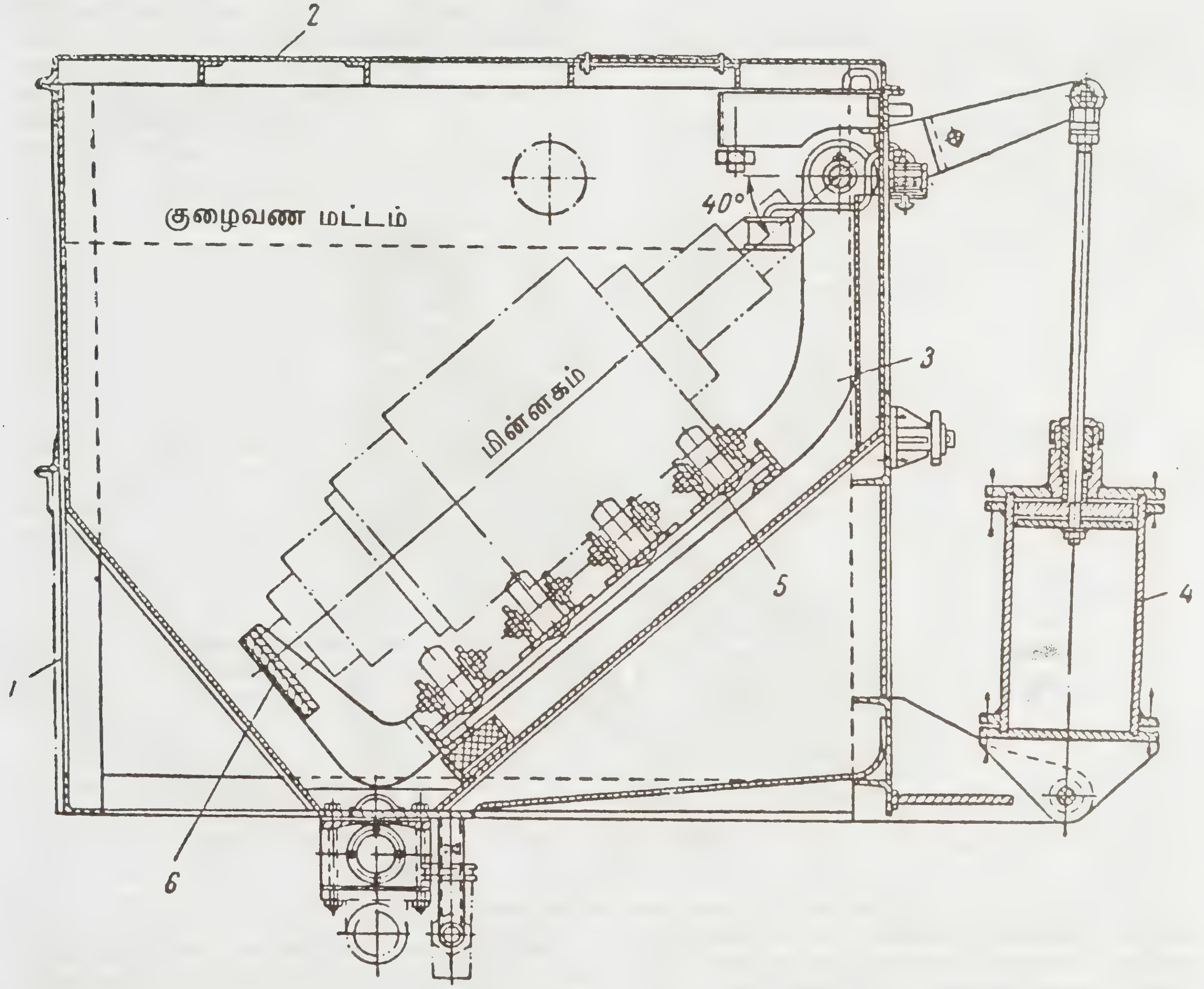
முக்கியமான மின்பொறிகளில் அகமூட்டல் தரம் எண் 447 கரிக்கீல் எண்ணெய்க் (Asphaltoil) குழைவணத் துக்கு மாற்றாக மேலும் உயர்தரக் குழைவணத்தைப் பயன்படுத்தலாம். பின்னது கரிமக் கரைப்பான்களில் உள்ள ஆல்கிட், பியூட்டனால் ஊட்டிய ரீசோல் பிசின் கரைசலாக இருக்கவேண்டும். இதன் பிணை வலிமை எண் 447 குழைவணத்தைப் போல மும்மடங்காகும். மிகவும் திறம் வாய்ந்த அகமூட்டும் முறை கீழ்வரும் இரு வேறு கட்டங்கள் இணைந்தது. அதாவது, முதல் அக மூட்டல் அழுத்தம் மிக்க சூழலிலும், இரண்டாம் அக மூட்டல் சூடான பகுதிகளை (மின்னகம் போன்றன) தோய்தொட்டியில் அமிழ்த்தி எடுத்தும் அமைவது.

அகம் ஊட்டும் தொட்டிகள். சிற்றளவு உற்பத்தி உள்ள அகமூட்டும் பட்டறைகளில் மின் தோய்தொட்டி, உலர்த்தும் அறைகள், சமைப்பு மின் அடுப்புகள் எல் லாம் இருக்கும். தோய்ப்புத் தொட்டி 3 முதல் 8 மி.மீ. வரையிலான கன எஃகுத் தகட்டால் செய்யப்பட்ட பாத்திரமாகும். இப்பட்டறைகளில் தொட்டியில்

இறக்குதல், அகமூட்டலின் போது பகுதிகளைப் புரட்டுதல், அதிகமாக உள்ள குழைவணம் வழியச் செய்யத் தூக்கிப் பிடித்தல் ஆகிய எல்லாச் செயல் முறைகளையும் கையால் செயல்படுத்தும் கருவிகளையும், பொறி அமைப்புகளைக் கொண்டே செய்கின்றனர்.

எல்லா அகமூட்டும் பட்டறைகளிலும் தீ விபத்தும் வெடிப்பு விபத்தும் ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது. எனவே, அப்பட்டறைகளில் ஒப்புதல் உள்ள மின் சாதனங்களையும், காற்றோட்ட அமைப்புகளையும் மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும். குழைவணம், கரைப்பான்கள் ஆகியவற்றைத் தேக்க, விதிக்கப்பட்டுள்ள எல்லா விதிமுறைகளையும் தவறாமல் கடைப்பிடிக்க வேண்டும்.

ஏற்ற வேலைச் சூழ்நிலையை ஏற்படுத்தவும் தீப்பிடிக்காமல் பாதுகாக்கவும் அகம் ஊட்டறைகளின் துறைகளில் குழைவணமும் கரைப்பான்களும் நன்றாக மூடப்பட்டுத் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. இங்கிருந்து இவை குழாய்கள் மூலம் எக்கிகளின் உதவியால் அகம் ஊட்



1. தொட்டி, 2. மூடி, 3 நிலைமேடை, 4. காற்று உருளை, 5. கோணத்தாங்கு உருளை, 6. செம்பாலான நிறுத்தத் தட்டு.

படம் 1.

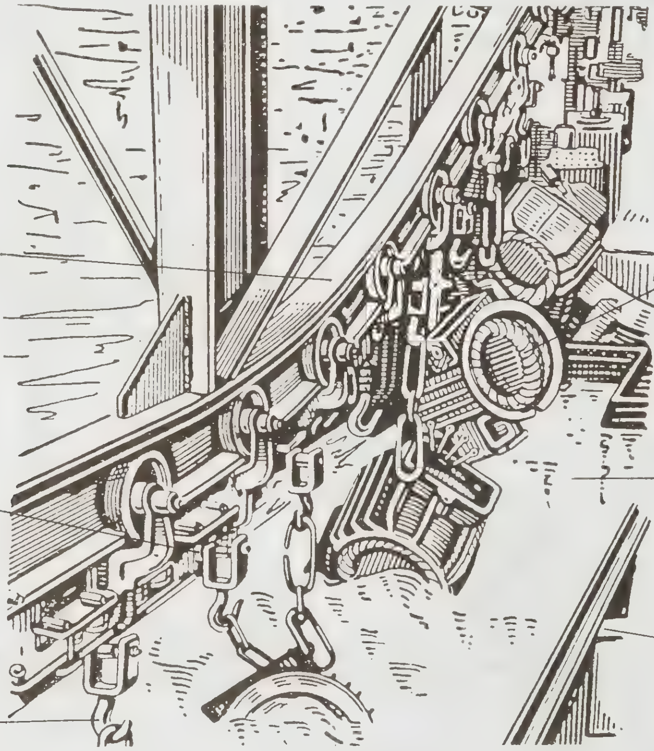
குழைவணத்தால் மின்னகத்தை அகமூட்டும் தன்னியக்கத் தோய்ப்புத் தொட்டி.

டல் தொட்டிக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. தொட்டியின் அடிப்பகுதிகளில் உள்ள துளைகளுடன் இந்தக் குழாய்கள் இணைந்துள்ளதால் தெறிக்காமல் தொட்டி நிரம்புகிறது. ஒவ்வொரு தோய்ப்புத் தொட்டியின் குழைவணம் அல்லது கரைப்பானிலிருந்தும் ஒரு காற்று வெளியேற்றக் குழாய் மேலெழும்பிக் கூரைக்கு மேல்பக்கம் கொண்டு போய், சூழ்வெளியில் விடப்படுகின்றது. தொட்டியில் தீப்பற்றினால் அது வெளியேறாமல் இருக்கக் குழாயின் வெளிப்பக்கம் வலைகளால் மூடப்படுகின்றது. குழைவணத்தை ஒரு துருத்தியிலிருந்து வெளியேற்றும் காற்றால் நன்றாகக் கலக்கலாம்.

பேரளவு உற்பத்தியில் அகமூட்டல் செயல்முறைகள் முற்றிலும் தன்னியக்கப்படுத்தப்படுகின்றன.

படம்-1, பெரும் பொறியியல் பணியகங்களில் பயன்படும் தன்னியக்கப் படுத்தப்பட்ட அகமூட்டல் தொட்டியின் வகை ஒன்றைக் காட்டுகிறது.

பாலான நிறுத்தத் தட்டின்மேல் அச்சின்·முனை தங்கும்படி ஒவ்வொரு மின்னகமும் ஒந்தியால் (crane) கீழே இறக்கப்பட்டு 5 என்ற கோணவடிவுடைய தாங்கும் உருளைகள் மேல் வைக்கப்படும். பின்பு நிலைமேடை மின்னகம் தொட்டிக்கு 40° கோணத்தில் அமையும்படி சரிவாகத் திருப்பப்படும். இந்நிலையில் அகமூட்டலின் போது குழைவணம் முற்றிலும் வாட்டமாக உள்நுழைய முடிகிறது. இப்போது தொட்டியின் மூடி மூடப்படுகிறது. தேக்கத் தொட்டி ஒன்றிலிருந்து குழைவணம் தொட்டியில் ஏற்றப்படுகிறது. அகமூட்டலுக்காக ஒதுக்கப்பட்ட நேரம் முடிந்ததும் குழைவணம் தொட்டியிலிருந்து இறக்கப்பட்டு அதன் மூடி திறக்கப்படும். மின்னகத்தைக் கிடைமட்டமாக அமையும்படி உயர்த்தி எஞ்சியுள்ள குழைவணம் வழிய விடப்படும். பின்பு இயக்காளர் மின்னகத்தைத் துடைப்பு நிலையத்துக்குக் கொண்டு செல்வார். இங்கு மின்னகம் உருளைகளின் மேல் உருட்டப்பட்டு, உலோகப் பகுதிகள் வெண் சாராயக் கரைப்பானால் துடைப்பிகளைக் கொண்டு துடைக்கப்படுகின்றன.



படம் 2. அகம்ஊட்டி உலர்த்தும் சுமந்துசெல்லியின் அமைப்புத் தோற்றம்

தொட்டி 1 என்ற எஃகுக் கோணச் சட்டத்தில் அடிப்பகுதியும் சுவர்களும் உள்ளன. மூடி 2 காற்றினால் திறந்து மூடக்கூடியதாகும். ஒவ்வொரு மின்னகமும் 3 என்ற பொருத்தப்பட்ட நிலைமேடையில் வைக்கப்படும். இந்த நிலைமேடை 4 என்ற காற்று உருளையில் மேலும் கீழும் இறக்கி ஏற்றப்படுகிறது. தொட்டியில் மின்னகம் மூடித் திறக்கப்பட்டதும் நிலைமேடை மீது கிடைமட்டமாக வைக்கப்படுகிறது. 6 என்ற செம்

அகமூட்டல் முடிந்ததும் மின்னகம் மின்காற்றடுப்புகள் உள்ள உலர்த்தும் அறையில் ஒரு சக்கரப் பெட்டியில் வைத்து உருட்டப்படுகிறது. மின் காற்றடுப்புகளில் மூடிய சுற்றுவழி வாயிலாக வெப்பக் காற்று தொடர்ந்து சுற்றுவிக்கப்படுகிறது. முதல் 90 நிமிட உலர் நேரத்தில் 10% சுழற்சிக் காற்றை வெளியேற்றி, ஆவியாகும் கரைப்பான்கள் வெளியேறவழிவகை செய்யப்படுகிறது. உலர் அறைகள் மையக் கட்டுப்பாட்டுப் பலகையிலிருந்து

கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. பெட்டிகள் அறைக்கு உள்ளும் வெளியும் இயங்கும்படி உருட்டித் தள்ளப்படுகின்றன. அறைக் கதவியக்கும் பொறியமைப்பு பூட்டப்பட்ட எந்திரமுறை ஓட்டுகள் மூலம் இந்தப் பெட்டியின் இயக்கம் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

அகம் ஊட்டி, உலர்த்தும் சுமந்துசெல்லிகள் (Impregnating and drying conveyors). முன்னொரு காலத்தில் ஓந்தி மின்னோடிகளின் (Crane motors) நிலையகங்களும் சுற்றகங்களும் தனித்தனியாக அகம் ஊட்டப்பட்டன. தோய்ப்பு முறையில் ஏற்படும் குழைவண இழப்பைக் குறைக்க, நிலையகம் ஒரு மேசையின் ஓர் ஓரத்தில் கீழ்ப்புறம் அமையும்படி வைத்து, மேலிருந்து நிலையகத்துள் குழைவணம் குழாய்கள் மூலம் ஊற்றப்பட்டது. இந்த முறையில் நிலையக வெளிப்பரப்பும் சுற்றகங்களின் தேவைப்பட்ட மேற்பரப்புகளும் ஈரமின்றி அமைகின்றன.

பேரளவு உற்பத்தி தேவைப்பட்டபோது அகமூட்டல் துறை புதியதாக வடிவமைக்கப்பட்டுப் பொதுப்பேரளவு உற்பத்தி முறைக்கேற்றபடி வடிவமைக்கப்பட்டது. நீர்க்குழம்புக் குழைவணத்தைக் கரிக்கீல்-எண்ணெய் குழைவணத்துக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தியதால் மேற்கண்ட புதியமாற்றம் எளியதாயிற்று. மேலும் இதனால் தீ விபத்தும் நச்சுக் கரைப்பான்களும் தவிர்க்கப்பட்டன. அகம் ஊட்டல் மற்றும் உலர்த்தல் வேலைகளை ஒரே நேரத்தில் ஒரு சுமந்து செல்லி அல்லது கொணரி தொடர் அமைப்பில் இணைத்துச் செய்ததால் செயல்விரைவு கூடுதலாகியது. நிலையகங்களும் சுற்றகங்களும் ஓர் இணைப்புச் சங்கிலி சுமந்து செல்லித் தொடரில் கொக்கிகள் மூலம் தொங்கவிடப்படுகின்றன. அகமூட்டி உலரும் வரை இவை கொக்கிகளில் இருந்து கழற்றப்படுவதில்லை.

படம் 2 இல் அகமூட்டும் தோய்ப்புத் தொட்டியும் மின்னோடி நிலையகங்களைக் கையாளும் சுமந்து செல்லியும் காட்டப்பட்டுள்ளன. தோய்ப்புத் தொட்டியில் 0.28மீ/நிமிடம் வேகத்தில் பயணம் செய்யும் நிலையகம் 10 நிமிடங்களில் அகம் ஊட்டப்படுகிறது. பின்பு, சுமந்துசெல்லி இவற்றை இரட்டை அறைகள் கொண்ட உலர் பாதை வழியாகத் தூக்கிச் செல்கின்றது. முதல் அறையில் எஞ்சியுள்ள குழைவணம் வழிந்துவிடும். தொடக்க உலர்வு 90°C—100°Cஇல் நிகழும். இரண்டாம் முறை 130°C—135°Cஇல் நிகழும் கடைசி உலர்வுக்குப் பயன்படுகிறது. வெப்ப இழப்பைக் குறைக்க, இரப்பர்த் திரையால் மூடப்பட்ட சாளரங்கள் வழியாக உலர் அறைகளில் அகமூட்டிய நிலையகம் நுழைந்து வெளியேறுகிறது. உலரும் பத்து மணிகளில் சுமந்துசெல்லி அறையில் 169 மீட்டருக்குச் சமமான 10 பயணச் சுழற்சிகளைச் செய்கிறது. பல குழாய்த் தொகுதிகளால் அறை நீராவியைக் கொண்டு சூடுபடுத்தப்படுகிறது. கூடுதல் வெப்பம் தேவைப்படும் போது காப்புடைய மின்னோடிகளால் வெடிப்பு உண்டாக்கப்படுகிறது. சுமந்துசெல்லி முறையை முதலில் நுழைத்தபோது பல தடவைகள் நிலையகங்களையும் சுற்றகங்களையும் ஓந்தியின் கொக்கிகளிலிருந்து சுழற்றுவதைத் தவிர்ப்பதனால் அதன் போக்குவரத்துச் செலவும் கையாளும் செலவும் குறைந்தன. வேலை செய்யும் நிலைமைகள் உயர்ந்தன. தேவைப்படும் ஆற்றலும் குறைந்தது. சுமந்து செல்லியின் நிலையான பயண வேகம், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அகமூட்டல், உலர்த்தல் நிகழ்ச்சி ஆகியவற்றின் சுழற்சியை உறுதிப்படுத்தியதால் சீரான தரத்துக்கு வந்தது.

சுருணைகளுக்குச் சேர்ம அகம் ஊட்டல் (Compound impregnation of windings). உயர் மின்அழுத்தம் பொறிகளின் நிலையகங்களும் புலச்சுருள்களும் ஆட்டோகிளேவ்ஸ் என்ற சிறப்புத் தன்னியக்க அழுத்த அடுப்பில் சேர்ம மின்காப்பால் அகம் ஊட்டப்படுகின்றன. இந்த அடுப்பின் பாத்திரம், அதன் நடுவில் செலுத்தும் பொருள் யாவும் இடைவெளி கொண்ட இரட்டைச் சுவர்களால் செய்யப்பட்டன. இந்த வெப்பம் செலுத்து பொருள் சேர்மத்தை அக்மூட்டும் வெப்பநிலையான 170°-க்கு உயர்த்தும். படம் சுருணைப் பகுதிகளைச் சேர்மத்தால் அகமூட்டும் அமைப்பின் பாய்வுப் பாதையைக் காட்டுகிறது. காண்க, அழுத்த அனல்கலம்.

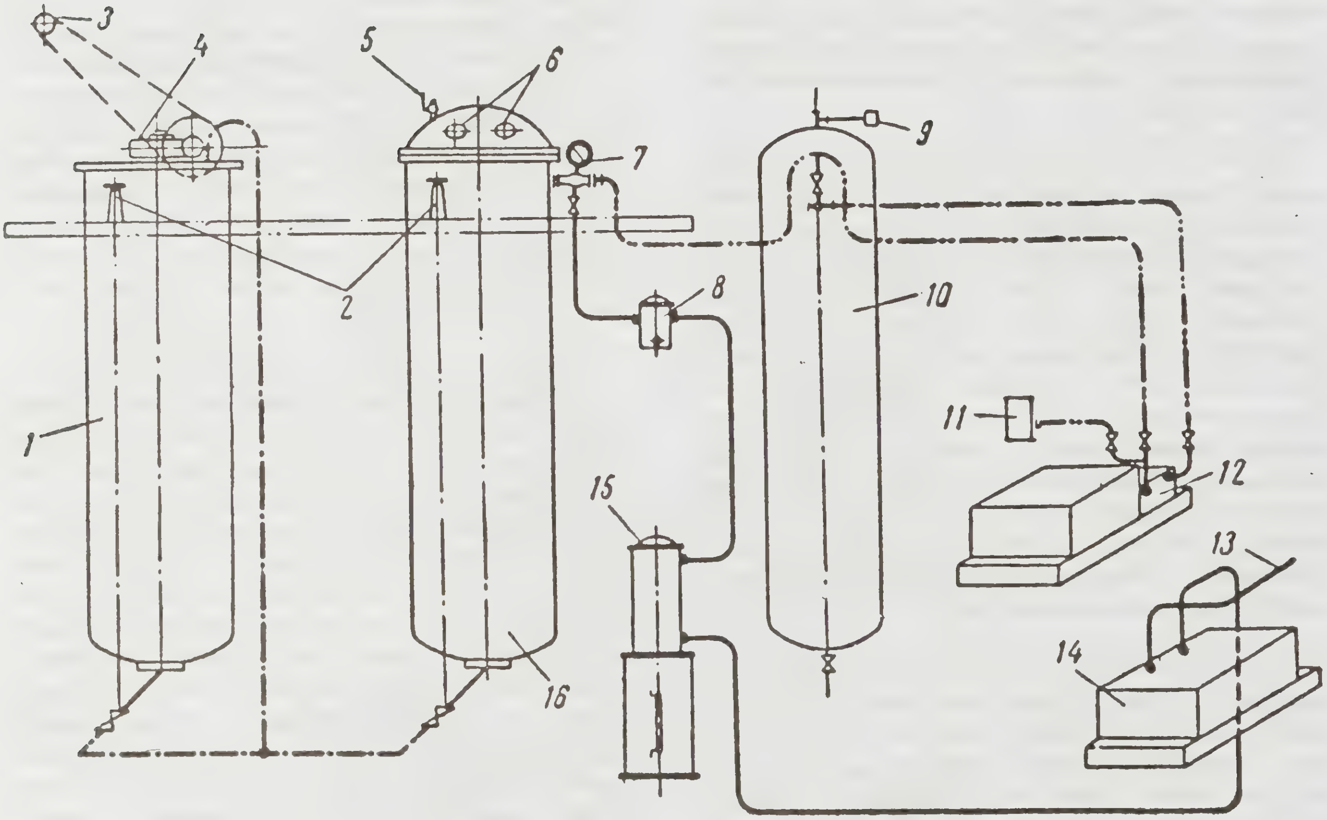
சேர்மத்தால் அகமூட்டப் படவேண்டிய பகுதிகள் கம்பிக் கூடையில் வைக்கப்படுகின்றன. பின் 16 என்ற அழுத்த அனற்கலத்தில் இறக்கப்படுகின்றன. இந்தத் தன்னியக்க அழுத்த அடுப்பு ஒரு மூடியாலும் ஈய வளையத்தாலும் காற்றுப்புகாதபடி அமைக்கப்பட்டது. இந்த அடுப்பில் வெப்ப மேலுறையாகச் செயல்படும் இரட்டைச் சுவர்களின் நடுவில் 8 மடங்கு சூழ்வெளி அழுத்தம் உள்ள நீராவி சுழற்றப்படுகிறது. மின் தடை உறுப்புகளால் சூடாக்கிய எண்ணெயும் வெப்ப மேலுறைக்குள் சுழலவிடப்படுவதுண்டு. தன்னியக்க அழுத்த அடுப்புக்குப் பக்கத்தில் 1 என்ற கலவைப் பாத்திரம் உள்ளது. இதிலும் வெப்பம் சுமப்பி சுழற்றப்படுவதற்கான வெளியுறை உள்ளது. இந்தப் பாத்திரத்தில் பிட்டுமன் சேர்மம் சூடான நீர்ம (liquid) நிலையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். சேர்மம் பாயும் எல்லாக் குழாய்களும் மேலுறை கொண்டு பூட்டிச் சேர்மம் உறைந்து திண்மமாகாதபடி அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கலவைப் பாத்திரத்தின் மேல் அதன் உள்ளே உள்ள கலப்பியை இயக்க, ஒரு மின்னோடியும் ஓட்டுப்பட்டையும் வேகம் குறைப்புப் பல்சக்கரமும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கலப்பியைச் சுழற்றினால் பாத்திர அடியில் கடினமான சேர்மக் களிம்புகள் படிவது தடுக்கப்படும். மேலும், சேர்மத்தில் எல்லாப் பகுதிகளும் சீரான வெப்பநிலையை நிலை நிறுத்தும்.

அழுத்த அனல் கலத்தின் (autoclave) மூடியில் அகமூட்டல் நிகழ்ச்சியைக் கண்காணிக்கும் 6 என்ற காட்சிக் கண்ணாடியும் சேர்மம் ஊட்டும்போது வெளி

யாகும் காற்றை நீக்குவதற்கான 5 என்ற காற்றுத் தக்கையும் அமைந்துள்ளன. T- என்ற அழுத்த-வெற்றிடக் கடிகை ஆட்டோக் கிளேவின் அழுத்தம் அல்லது வெற்றிடத்தைக் கட்டுப்படுத்த உதவுகிறது.

13 என்ற காற்று வெளியேற்றக் குழாய் வழியாக காற்றை வெளியேற்றி 14 என்ற வெற்றிட எக்கி மூலம் வெற்றிடம் அமைக்கப்படுகிறது பிட்டுமன் ஆவி வெற்றிட எக்கியை அடையாதிருக்க 8 என்ற சேர்மப் பிடிப்பியும் 15 என்ற செறிகலமும் உள்ளன. வெற்றிட எக்கி (vacuum pump) 20 மி.மீ. பாதரசக் கம்பம் அளவுக்குச் சூழ்வெளிக்குக் கீழே வெற்றிடம் தரவல்லது. என்றாலும் அதன் காற்று வெளியேற்றுத்திறன் மிகக்

படம் 3. சேர்மம் அகமூட்டும் அமைப்பின் பாய்வுப் பாதை



சேர்மக் குழாய்

அழுத்தக் காற்றுக் குழாய்கள்

வெற்றிடக் குழாய்கள்

(உதவி: N. Vinogrador, Electrical Machine winder, Mir Publishers, Moscow 1968)

குறைவே. எனவே அமுக்கி 12இன் உறிஞ்சு தொடரின் கட்டுப்பாட்டிதழைத் (வால்வைத்) திறந்து அமுக்கியால் முதல் காற்றைப் பாதியளவுக்கு வெளியேற்றிப் பின் வெற்றிட எக்கி மூலம் மீதி வெற்றிடம் உருவாக்கப்படுகிறது. அகமூட்டியின் இறுதிக் கட்ட அழுத்தத்தை ஆட்டோ கிளேவில் உண்டாக்கவும் அமுக்கி பயன்படுகிறது. சூழ்வெளியிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளப்படும் காற்றின் ஈரமும் தூசியும் உறிஞ்சு தொடரின் 11 என்ற வடிகட்டி மூலம் தூய்மை செய்யப்படுகின்றன. ஆட்டோ கிளேவும் அமுக்கியும் நேரடியாகவோ 10 என்ற கொள்கலம் (receiver) மூலமாகவோ இணைக்கப்படுகின்றன. கொள்கலம் அகமூட்டலின் இறுதிக்கட்ட அழுத்தத்தை வேகமாக உருவாக்க உதவுகிறது. கொள்கல உச்சியில் 9 என்ற விடுவிப்பு இதழ் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது பயங்கரமான உயர் அழுத்தத்திலிருந்து கொள்கலத்தைக் காக்க உதவுகிறது.

இந்த அமைப்பில் உள்ள எல்லா அணிகளும் அழுத்தக் குழாயாலும் வெற்றிடக்குழாயாலும் கூட்டுக் குழாயாலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பாய்வுப் பாதையில், இவை, புள்ளி-கோடு, இரட்டைப்புள்ளி கோடு, மற்றும் திண்கோடு ஆகியவற்றால் காட்டப்பட்டுள்ளன. கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் தரையின் கீழே அமைந்துள்ள போது 2 என்ற தரைதாங்கி, கைச்சக்கரம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சேர்ம அகம் ஊட்டல் முறை ஒப்புதல் அளிக்கப்பட்ட விதி முறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டிய தேவையை உருவாக்கியது. வெப்ப நிலை மிகவும் அதிகமானால் சேர்மம் சுருணையுள் எளிதாக நுழையும்; ஆனால், மின்காப்பைப் போதுமான அளவு அமுக்காது. வெப்ப நிலை மிகவும் குறைவாக இருந்தால் மின்காப்பு நன்கு அமுக்கப்படும், ஆனால், சேர்மம் மின்காப்புக்குள் நுழைவது கடினமாகிவிடுகிறது.

குழைவணங்களைவிட அகமூட்டச் சேர்மங்கள் கூடுதலான பிசுப்புமை (Viscosity) உடையன. ஆகையால் காப்பின் அடுக்குகளுக்குள்ளும் இழைகளுக்குள்ளும் நுண்கண்களுக்குள்ளும் போதுமான அளவு நுழைய வேறுபட்ட நிலைமைகள் தேவைப்படுகின்றன.

புலச்சுருள்களை அகமூட்டும்போது கீழ்வரும் செயல் முறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டும்.

1. சுருள்கள் கம்பிக்கூடைகளில் வைக்கப்படுகின்றன.
2. நிறைத்த கூடைகள் தன்னியக்க அழுத்த அடுப்பில் இறக்கப்படுகின்றன. பின், வெறுமனே மூடி மூடப்படும், ஆனால் மறைகளால் இறுக்கமாக இழுத்து மூடப்படுவதில்லை.
3. சுருள்கள் அழுத்த அனற்கலத்தில் உலர்த்தப்படுகின்றன.
4. அழுத்த அடுப்பின் மூடி இப்போது மரைகளால் இறுக்கி மூடப்படுகிறது.
5. அழுத்த அடுப்பில் வெற்றிட எக்கியால் வெற்றிடம் உருவாக்கப்பட்டுச், சுருள் வெற்றிடத்தில் மீண்டும் உலர்த்தப்படுகிறது.
6. பின்பு கலவைப் பாத்திரத்தில் உள்ள சேர்மத்தால் அழுத்த அடுப்பு நிரப்பப்படுகிறது.
7. காற்றுக்குழாய்க் கட்டுப்பாட்டிதழைத் திறந்து அழுத்த அடுப்புக்குள் காற்று நிரப்பப்படுகிறது.
8. ஆட்டோ கிளேவுக்குள் 6 மடங்கு சூழ்வெளி அழுத்தத்தை ஏற்படுத்தி, அமுக்கி மூலம் அந்த அழுத்தம் நிலைநிறுத்தப் படுகிறது.
9. மின்சேர்மம் கலவைப் பாத்திரத்துக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. கூட்டுக்குழாய் ஊதிவிடப்படுகிறது. சுருள்களின் மீதுள்ள எஞ்சிய சேர்மம் வழிய விடப்படுகிறது,
10. அழுத்த அடுப்பு திறக்கப்பட்டு சுருள் உள்ள கூடைகள் வெளியே எடுக்கப்படுகின்றன.
11. சூடான சுருள்களிலிருந்து தற்காலிக நாடா உறைகள் பிரிக்கப்படுகின்றன.

105° Cஇல் பிட்டுமன் சேர்மம் இளகி, மேலும் வெப்ப நிலை உயரும் போது துளிகளாகும். சுழற்சியின் போது பிட்டுமன் சேர்மம் சுழல்பகுதிகளிலிருந்து மைய விலக்கு விசையால் உதறி எறியப்படும் என்பதால் இதைச் சுழல் பகுதிகளை அகமூட்டப் பயன்படுத்தும் வழக்கம் இல்லை.

பிட்டுமனின் தாழ் உருகுநிலை, பொறியின் வெப்ப நிலையை வரம்புபடுத்தி E,B,F வகுப்பு மின்காப்புக்கும் கீழான வரம்பை உருவாக்குகிறது. தற்போது கண்டு பிடித்த ஒரு சேர்மம் 130°C வெப்ப நிலை வரை நிலைப்போடு இருப்பதால் அது சுழலும் பகுதிகளுக்கு அகமூட்டப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

நூலோதி

Vinogradov, *Electrical Machine Winder*, Mir Publishers, Moscow, 1978

அகமனம்

இருபதாம் நூற்றாண்டின் இணையற்ற மனநல மருத்துவ மேதை சிக்மண்ட் ஃபிராய்ட் (Sigmund Freud 1856—1933) மன இயக்கத்தை மூன்றாகப் பிரித்

திருக்கிறார். அவை அகமனம் (Unconscious mind), இடைமனம் (Preconscious mind), புறமனம் (Conscious mind) எனப்படும்.

அகமனம் என்ற கருத்தை உருவாக்கியவரே ஃபிராய்ட் தான். அகமனம் என்ற கருத்தை ஃபிராய்ட் போல எவரும் அவ்வளவு தீவிரமாகப் பரப்பவும் இல்லை, நேர்த்தியாக விளக்கவுமில்லை.

தொடக்க காலத்தில் மனதின் மூன்று பிரிவுகளாகவே அகமனம், இடைமனம், புறமனம் என்பன கருதப்பட்டன. ஆனால் என்றும் அமைதியற்று இயங்கும் மனதை மூன்று பெட்டிகளாகப் பகுக்கக் கூடாது என்பதை அறிந்த அறிஞர் ஃபிராய்ட் அவற்றை மன இயக்க நிலைகள் (Mental processes) என்றே பிரித்துக் கூறினார்.

மன இயக்க நிலைகளைக் கடலில் மிதக்கும் பனிக் குன்றிற்கு ஒப்பிட்டால், புறமனம் என்பது கடல் நீருக்கு மேல் கண்ணிற்குத் தெரியும் சிறு பகுதி; இடை மனம் என்பது கடல் நீருக்குச் சற்றுக் கீழே தெரியும் மங்கலான பகுதி; அகமனம் என்பதோ கண்ணுக்குப் புலப்படாமல் கடல் நீரின் அடியில் மறைந்திருக்கும் மிகப் பெரிய பகுதி. அதைப் போலவே மன இயக்கங்களிலும் மிகக் குறைவான பகுதியே—அன்றாட வாழ்க்கைக்கு மிக அவசியமான சிறு பகுதியே—புறமன இயக்கமாக உள்ளது. ஐம்புலன் தூண்டுதல்களான பார்வை, செவியுணர்வு, நுகர்ச்சி முதலிய உணர்வுகளுக்கு மனிதன் ஈடுகொடுத்துச் செய்யும் செயல்கள் அனைத்தும் வெளிமன இயக்கத்தின் பாற்பட்டவை. எப்போதோ நடைபெற்ற பழைய நிகழ்ச்சிகள் திடீரென நினைவிற்கு வருதல் இடைமன இயக்கத்தினால் தான். இடைமன இயக்கம் இருப்பதால்தான் பல முக்கிய நிகழ்ச்சிகளையும், செய்திகளையும் சிந்திப்பதன் மூலம் புறமனதிற்கு எட்டச் செய்ய முடிகிறது. அகமன இயக்கமோ மனதில் ஆழப் புதைக்கப்பட்டுப் புறமனதிற்கு எட்டாத நிலையில் இருக்கிறது.

எனினும் அகமனம் தான் மனிதனின் அன்றாடச் செயல்களுக்கும், நடத்தைக்கும், அவன் கொண்டுள்ள பல கருத்துகளுக்கும், பிறருடன் பழகும் சமூக உறவுகளுக்கும் அடிப்படைக் காரணமாக அமைகிறது. பண்பியல் தொகுப்பு வளரும் சமயத்தில் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகளினால் பலவிதமான அனுபவங்களும், இன்பம், துன்பம், ஏமாற்றம், மனநிறைவு முதலிய உணர்ச்சிகளும், அன்பு, வெறுப்பு, கோபம் ஆகியவையும் தோன்றுகின்றன. அவை நாளாவட்டத்தில் மறக்கப்படுகின்றன. அவை மறக்கப்படுகின்றனவே தவிர முழுவதும் மறைந்தும் விடுவதில்லை. அகமனதில் புதையுண்டுள்ள இவ்வனுபவங்களும், உணர்ச்சிகளும் அவ்வப்போது புறமனதிற்கு எட்டுவதன் விளைவாகவே மனிதனின் அன்றாட நடவடிக்கைகளும், கருத்துகளும், குறிக்கோள்களும் உருவாகின்றன. பார்த்த மாத்திரத்தில் எந்தக் காரணமுமின்றி ஒருவரை வெறுப்பதற்கோ விரும்புவதற்கோ காரணமாக அமைவன இப்புதையுண்ட எண்ணங்கள்தான்.

அனுபவங்களில் கசப்பானவையும், உணர்ச்சிகளில் துன்பம் தருவனவும் நினைவில் நிலைத்தால் அவை மனதை நெருடிய வண்ணம் இருக்கும் என்பதால் அவை மறக்கப்படுகின்றன. நிறைவேறாத விருப்பங்கள், இளமைக் கால ஏமாற்றங்கள் முதலியவை மனதளவில் மறுக்கப்படுகின்றன. அகமனதும் 'மறப்பு' 'மறுப்பு' மூலம் மனநலத்தைப் பாதுகாக்குமுகமாகப் பல எண்ணங்களையும் நிகழ்ச்சிகளையும் அனுபவங்களையும் புறமனதிலிருந்து அப்புறப்படுத்தித் தன்னுள் ஆழப் புதைத்துக் கொள்கிறது. இம்மனச் செயல்கள் மனிதனின் புறமனதிற்கு எட்டா நிலையிலேயே நிகழ்கின்றன.

மேலும் சில எண்ணங்களும், உணர்வுகளும் அகமனதில் உதயமான போதிலும், புறமனதை அவை எட்டு முன்னரே அழுத்தி வைக்கப்படுகின்றன. இது முதல் நிலை மனப் பாதுகாப்பாகும். எண்ணங்கள் இவ்விதம் அகமனதின் இயக்கத்தினால் ஏற்படுவனவே. இவ்வெண்ணங்கள் தகாதவை; நிறைவேற்ற இயலாதவை; எனவே புறமனதிற்கு இவை எட்டினால் பின்னர் இவ்வெண்ணங்களை நிறைவேற்றப் புறமனயியக்கம் முயன்று, தோற்று, சோர்வடைந்து மனப் போராட்டத்திற்கு மனிதன் ஆளாவான். அதனால் தான் தோன்றிய எண்ணம் உருப்பெறுமுன் அகமனதில் ஆழப் புதைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு, தாயன்பு முழுவதும் தனக்கே உரியது என எண்ணும் சிறுவன் தாயன்பைத் தன்னுடன் பங்குபோடும் எதிரி எனத் தந்தையை வெறுத்தல். இவ்வெண்ணம் புறமனதை எட்டினால் சிறுவன் தந்தையிடம் பகைமை கொள்வான். ஆனால் தந்தையை வெல்லும் ஆற்றல் இல்லாததால் பகைமையை வெளிக்காட்ட இயலாது.

தாயன்பை முழுவதும் தனக்கே உரிமையாக்க விழையும் மகனின் எடிபஸ் காம்ப்ளெக்ஸ் (Oedipus complex), தந்தையன்பை முழுவதும் தனக்கே உரித்தாக்க எண்ணும் மகளின் எலெக்ட்ரா காம்ப்ளெக்ஸ் (Electra complex). ஆண்குறி தனக்கு அமையவில்லையே என ஏங்கும் சிறுமியரின் குறிப்பொறாமை (Penis envy) முதலிய பாலுணர்வுகள் பெரும்பாலும் புறமனதிற்கு எட்டுவதேயில்லை. சிக்மண்ட் ஃபிராய்ட் ஆய்ந்தறிந்த மன ஆய்வுக் கொள்கைப்படி (Psycho-Analytic principles) மறப்பு, எண்ணத்தை அடக்கல் முதலிய செயல்களின் மூலம் மனப்போராட்டத்தை உருவாக்கும் எண்ணங்கள் அகமனதில் புதைக்கப்படுகின்றன. எனினும் இவ்வெண்ணங்கள் அண்மைக் கால நிகழ்ச்சிகளினாலும் பட்டறிவினாலும் தூண்டப்படும்போது பயமும் பதற்றமும் ஏற்படுகின்றன. இதைத் தவிர்க்கவும், மன நிலையைச் சமன்படுத்தவும் அகமனம் மீண்டும் முயலும் போது அவை நொண்டிச் சாக்காகக் கவன ஈர்ப்புச்

செயல்களாக, எதிர் வினை அமைப்பாக, மனதளவில் வெறுக்கும் ஒருவரிடம் வெளிப்படையாக மிக அதிக மான அன்பு காட்டுதல் முதலிய இரண்டாம் நிலை மனப்பாதுகாப்பு வடிவில் வெளிப்படுகின்றன.

அகமன இயக்கங்கள் புறமனதிற்கு அவ்வளவு எளிதில் எட்டுவதில்லை. எனினும் கனவுகள், தவறிச் சொல்லி விடும் வார்த்தைகள், நகைச் சுவையாகப் பேசும் நையாண்டிகள், இவற்றின் மூலம் பல சமயங்களில் அக மனம் வெளிப்படுகிறது. மன ஆய்வு செய்து உள்மனக் கிடக்கையை அறியத் தடையற்ற பேச்சு முறை, மன வசியம் முதலியன உதவும். மாறாக அகமனதில் உள்ள எண்ணங்கள் முதல் நிலை மனப்பாதுகாப்பான எண்ண அடக்கல், இரண்டாம் நிலை மனப்பாதுகாப்பு ஆகிய முறைகளை மீறிப் புறமனதை எட்டினால் அத்தாக்கு தலைச் சமாளிக்க முடியாமல் மனிதன் திணறுகிறான். அது பின்பு பல்வேறு மனநோய்களின் அறிகுறிகளாக வெளிப்படும்.

எனவே தனி மனிதனின் பண்பியல் தொகுப்பிலுள்ள நிறை குறைகளை முழுமையாக உணர உதவுவன அக மனத் தூண்டுதல்களினால் விளையும் அவருடைய அன்றாட நடவடிக்கைகளே! இவற்றை நுணுகி ஆராய்ந்தால் அகமன இயக்கத்தின் அடிப்படையைக் கண்டறியலாம்; தீய விளைவுகளைக் களையலாம்; மனநலம் பேணலாம்.

பி.ஜெ.

நூலோதி

1) **டாக்டர் ஓ. சோமசுந்தரம், டாக்டர் தி. ஜெயராமகிருட்டிணன்: மனநோயும், இன்றைய மருத்துவமும்** நியூ செஞ்சுரி புக் ஹவுஸ் பிரைவேட் லிட்., 1984.

2) **Floyd L. Ruch** : *Psychology and Life* 7th Edition, D. B. Taraporevala Sons & Company Pvt Ltd., Bombay-1970.

3) **Myre Sim** ; *Guide to Psychiatry* 3rd Edition., E & S Livingstone Ltd., London-1975.

4) **Leston L. Havens** : *Approaches to the Mind.* Little Brown & Company, Boston-1973.

5) **Lawrence C. Kolb** : *Noyes' Modern Clinical Psychiatry,* 7th Edition, W. B. Saunders Company, London-1968.

6) **Anna Freud et al** : The Standard Edition of the Complete *Psychological Works of Sigmund Freud,* Vol. 5, Vol. 7 The Hogarth Press, London-1957.

அகல்பட்டைத் துணிகள்

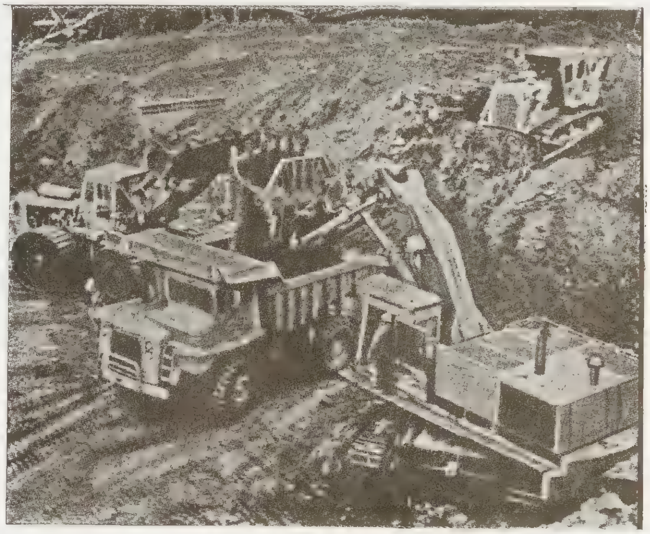
பருத்தி, கம்பளி, பட்டு அல்லது ஒன்றிய நூலால் (union yarn) நெய்யப்படும் துணி. இது சட்டைத் துணி போன்றதே. ஆனால் இதன் பட்டைகள் அகலமாகவும் நிறம் அடர்வாகவும் அமையும். எனவே, இவை அகல்பட்டைத் துணிகள் எனப்படும். இதைப் பட்டாபட்டித் துணி என்றும் வழங்குவர்.

அகலாங்கு

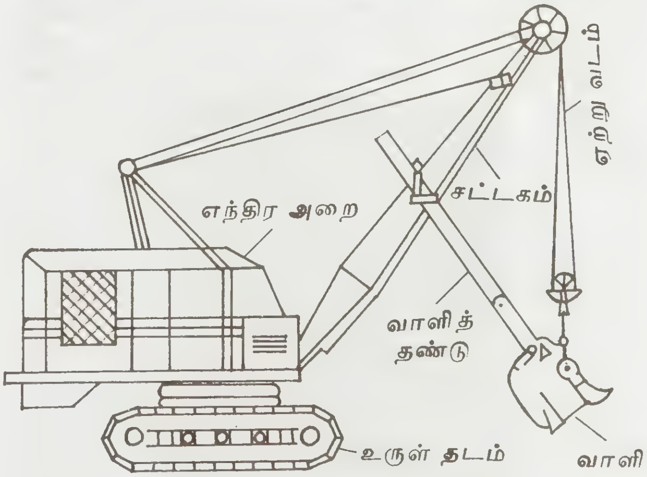
காண்க, ஆயமுறைகள், வானியல்

அகழ் எந்திரம்

மண்ணையோ கல்லையோ பாறையையோ அகழப் பயன்படும் வாளி பூட்டிய கட்டுமான வகை எந்திரம்.



படம் 1. திறன் அகழ்வாரி எந்திரம்



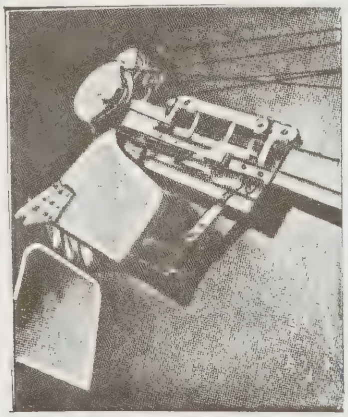
படம் 2. திறன் அகழ்வாரி எந்திரம்

பொதுவாக நடைமுறையில் பயன்படும் எந்திரம் ஓந்தியின் (Crane) மாறுபட்ட வடிவமுடையது. அகழ்வதற்கு ஏற்றபடி மாற்ற, ஓந்தியில் ஓர் அகழ்வு இணைப்பு பூட்டப்படுகிறது. இந்த அகழ்வு இணைப்பின் பெயரில் அகழ் எந்திரம் வழங்கும். காட்டாக, இழுவட வாளி (Dragline bucket). பூட்டிய அகழ் எந்திரம் இழுவட எந்திரம் என வழங்கும். பார்க்க. ஏற்று ஓந்தி (Crane hoist), அகழ்தல் (Excavation).

செந்தர அகழ் எந்திரங்கள் (Standard excavators). நான்கு வகை இணைப்புகளைப் பயன்படுத்தி ஓந்தியை அகழ் எந்திரமாக்கலாம். இவை இழுவட எந்திரம், இடுக்குவாளி எந்திரம், திறன் அகழ்வாரி எந்திரம், பின்கொழு எந்திரம் என வழங்குகின்றன.

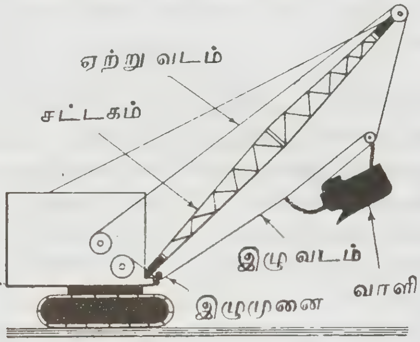
படம் 3. இழுவட எந்திரம்

இழுவட எந்திரம் நீண்ட படி அமைப்புள்ள ஓந்திச் சட்டகமுடையது. கிடையாக வெட்டும் வாளிகளும் இரண்டு இழு வடங்களும் கொண்டது. அகழ் பரப்பில் வாளியைச் செருகி இழுவடத்தால் இழுக்கும் போது வாளி தானாகவே நிரப்பிக் கொள்ளும். நிரப்பிய வாளியை இரண்டாம் இழுவடம் எந்திரத்தில் பக்கமாக இழுக்கும். உரிய இடத்துக்கு வாளி வந்ததும் இழுவடத்தைத் தளர்த்த, வாளி மண்ணைக் கீழே கொட்டும். நிலச்சமன் எந்திரமும் (Bulldozer) நிலஞ்செதுக்கு எந்திரங்களும் (Scrapers) பயன்படுத்த இயலாத ஈரமான சேறுஞ் சகதியுமான நீண்ட பள்ளங்களில் அகழ இழுவட எந்திரங்கள் பயன்படுகின்றன.



படம் 5. இடுக்குவாளி எந்திரம்

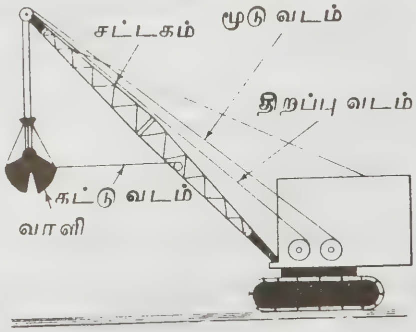
இடுக்குவாளி அல்லது சிப்பிக்கூட்டு எந்திரங்கள் (Clamshell type) ஓந்திச் சட்டகமும் நான்கு நண்டுக் கொடுக்கொத்த இடுக்கு வாளிகளும் கொண்டவை. இடுக்கு வாளியால் நிலம் அகழ வேறு திறனேதும் தேவையில்லை. இந்த இடுக்கு வாளி தனது சொந்த எடையால் மண்ணைக் கவ்வித் தாடையால் அள்ளுகிறது. எனவே, இடுக்கு வாளி எந்திரம் மண், தளர் மணல் ஆகியவற்றை அகழ மட்டுமே ஏற்றது. பிற ஓந்தி வகை எந்திரத்திலும் இது ஆழமாக அமிழ்ந்து



படம் 4. இழுவட எந்திரம்

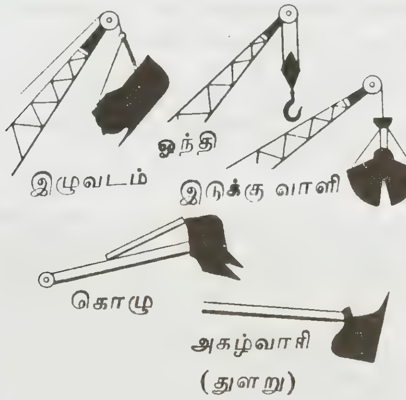
பெருமளவு பொருளைக் கையாள்கிறது. நடுத்தரத் தளர்வுப் பொருள்களை அகழ்திறன் ஊட்டிய இடுக்கு வாளி எந்திரங்கள் பயன்படும். காண்க: அள்ளுவாளி. (Crab bucket).

திறன் அகழ்வாரி (மண்வெட்டி) எந்திரம் (Power-shovel) வலிவான சிறிய சட்டகத்தையும் வாளித்



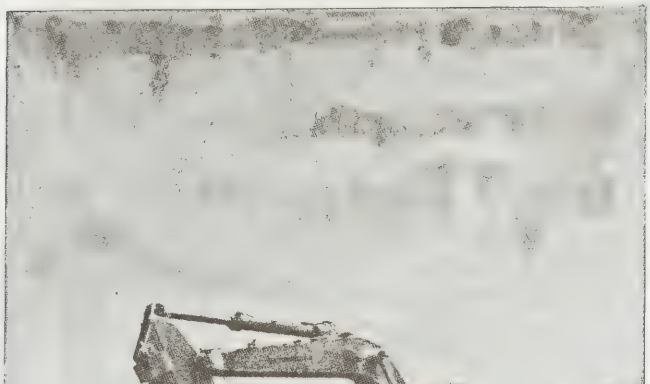
படம் 6. இடுக்குவாளி எந்திரம்

தண்டையும் கொண்டது. (படம் 1, 2 ஐப் பார்க்க). **கீலினால்** பொருத்தப்பட்ட வாளித்தண்டின் முனையில் **தோண்டும் வாளி** ஒன்று இருக்கும். வாளியை முன் னோக்கித் தூக்குவதால் அது பொருளை நிரப்பிக் கொள்ளும். தனது அடிப்பகுதியைத் திறந்து மண்ணைக் கொட்டிவிடும். திறன் அகழ்வாரி எந்திரம் தான் வலிய பொருளை அகழ்வதில் மிகமிகத் திறமையானது. இது குறுகிய எல்லையில் அமைந்த பெருமளவு பொருள்களை அகழத் தகுந்த எந்திரமாகும். காண்க, அகழ்வாரி எந்திரம், திறன்.



படம் 7. அகழ் இணைப்புகள்

பின்கொழு எந்திரம் (Backhoe type) என்பது குறுகிய சட்டகமுடையது. இச்சட்டகத்தில் இணைந்த வாளித் தண்டின் முனையில் தலைகீழாயமைந்த வாளி இருக்கும். கீழாக அழுந்தி இழுப்பதால் வாளி நிரப்பிக் கொள்ளும். வாளியை உயர்த்தித் திறந்த பக்கம் கீழ்ப்புறம் அமையும்படி நிமிர்த்துவதால் கொட்டலாம். இது இழுவட எந்திரம், திறன் அகழ்வாரி எந்திரம் ஆகியவற்றைவிட மிகச் சிறியது. குறைவான அளவு பொருள்களை மட்டுமே அகழ ஏற்றது. பெரும்பாலான பின்கொழு எந்திரங்கள் ஒரு முறைக்கு 1 பருமீட்டர் (கனமீட்டர்) மண்ணை மட்டுமே வாரும்; இது பள்ளம் வெட்ட ஏற்றது.



படம் 8. பள்ளம் அகழும் நீரியல் பின்கொழு எந்திரம்

சிறப்பு வகை அகழ் எந்திரங்கள். சிறப்பு வகை அகழ் எந்திரங்கள் நீரியல் பின்கொழு எந்திரம், முன்முனை சுமை ஏற்றி, பள்ளம் அகழ் எந்திரம் எனப் பொதுவாக மூன்று வகைப்படும். கோபுர அகழ் எந்திரம் என்ற மற்றொரு சிறப்பு வகை அகழ் எந்திரம் குளம் வெட்ட உதவுகிறது.

நீரியல் பின்கொழு எந்திரம் (Hydraulic backhoe) என்பது பின்கொழு எந்திரத்தின் மற்றொரு சிறப் பமைப்பே. இதில் இழுவடங்களின் வேலையை நீரின் அழுத்த ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி மிகவும் திறமையாகவும் சீராகவும் நீரியல் உலக்கை (Hydraulic piston) செய்கிறது. இது உருள் தடம் அல்லது சக்கரங்கள் உடையது. இந்த எந்திரங்கள் பெட்ரோல் அல்லது டீசல் பொறியால் இயக்கப்படும்.

முன்முனை சுமை ஏற்றி (Front end loader) உருள் தடம் அல்லது சக்கரங்கள் மேல் அமைந்த ஓர் இழு எந்திரமாகும் (Tractor). இதன் முன்முனையில் இணைக்கப்பட்ட கையில் உள்ள வாளி நீரியலாக இயக் கப்படும். இழு எந்திரத்தின் முன்னோக்கிய இயக்கம் வாளியை நிரப்புகிறது. இந்த வாளியை நீரியல் உலக்கையால் (Hydraulic piston) மேல் உயர்த்த அது பின்னே கவிழ்ந்து மண்ணைக் கீழே அல்லது வண்டியில் கொட்டும். இந்த முன்முனை சுமைஏற்றி மண்ணைச் சிறிய தொலைவுக்கு மட்டும் நகர்த்தவும் சிறிய உயர முள்ள சரக்குந்துகளுக்குச் சுமையை ஏற்றவும் வல்லது. நெடுந்தொலைவுக்கோ பெரும் உயரத் திற்கோ இது பயன்படாது. இது 20 பருமீட்டர் கொள்ளளவு உடையது. இது திறன் அகழ்வாரி எந்திரங்களுக்கு மாற்றாக அமையும்படியான திறமை யும் வேகமும் சிக்கனமும் உடையது.

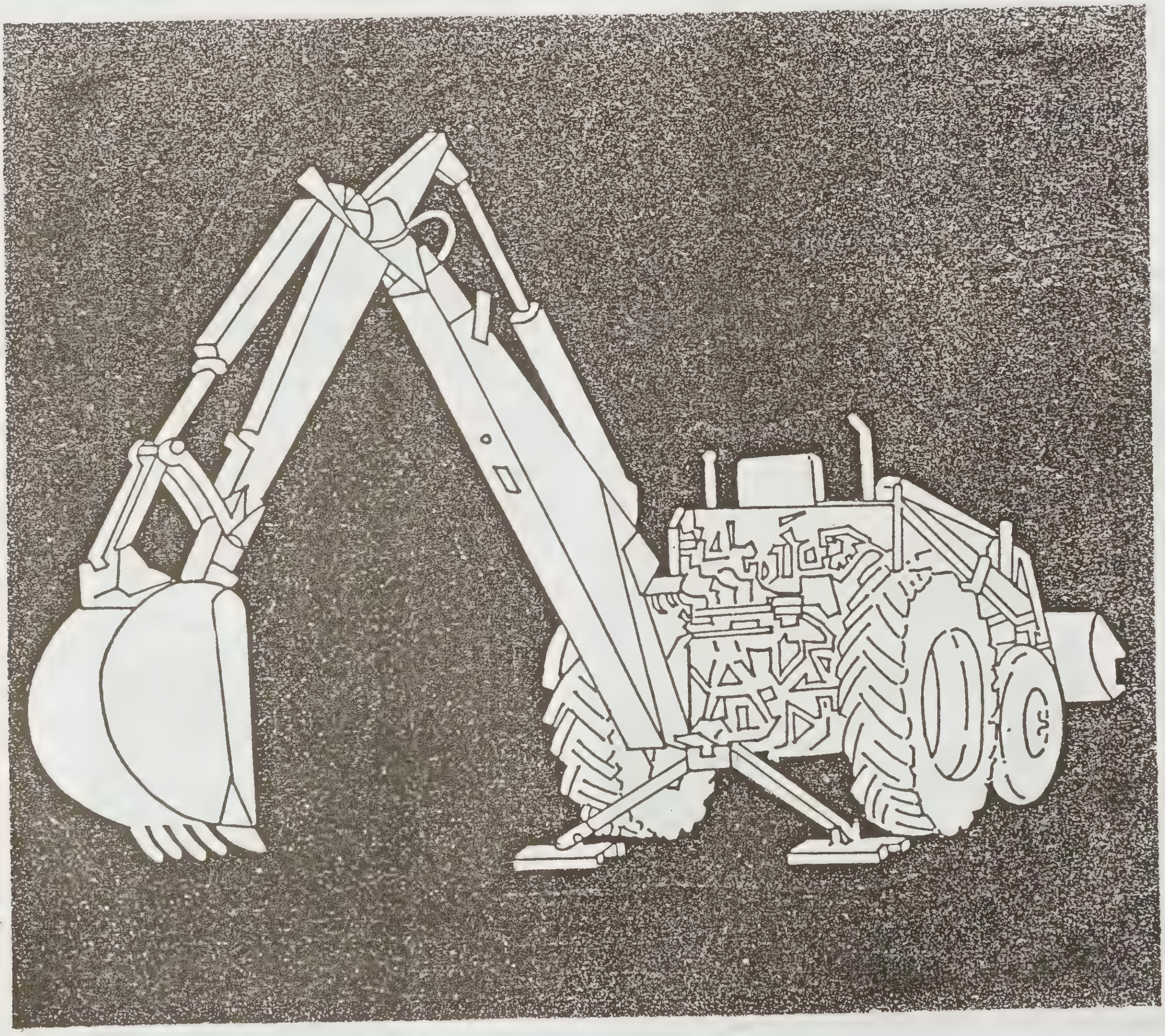
பள்ளம் அகழ் எந்திரங்கள் (Trencher) பள்ளம் அகழ் தற்காகவே செய்யப்படுகின்றன. இதுவும் ஓர் உருள் தடத்தின் மீது அமைந்த இழு எந்திரமே. இதன்மேல் வாளிகள் பூட்டிய இயங்கும் சக்கரங்கள் அல்லது தொடர்ச்சியான சங்கிலிகள் இருக்கும். அகழ் அமைப் பை இழுவடத்தால் மேலெழுப்பலாம்; கீழிறக்கலாம். இழுவடத்துக்குப் பதிலாக நீரியல் உலக்கையையோ (Hydraulic ram) மின்னோடியையோ (Motor) பயன் படுத்தலாம். அகழ் அமைப்பை ஏற்றி இறக்கும் அளவு, வெட்டும் பள்ளத்தின் ஆழத்தைப் பொறுத்து

அமையும். இந்த அமைப்பு சுழலும்போது வாளிகள் அகழ்பொருளை நிரப்பிக் கொண்டு மேலே சென்று குறுக்குவாட்டத்திலுள்ள கொண்ர்பட்டையில் கொட்டு கின்றன. இந்தக் கொணர்பட்டை மண்ணைப் பள்ளத் துக்கு அப்பால் சற்றுத் தள்ளிக் கொட்டும். காண்க: பெருங்கையளவு எந்திரங்கள், கட்டுமான சாதனங்கள்.

கோபுர அகழ் எந்திரம் (Tower excavator) ஆழ மான குளம், ஆறு முதலிய இடங்களிலிருந்து மண்ணை வெட்டி மேட்டிற்குக் கொண்டுவரப் பயன்படுகிறது. இது கோபுரங்கள் போன்று இரு வலிவான சட்டகங் களை உடையது. ஒரு சட்டகம் மேட்டிலும் மற் றொன்று பள்ளத்திலும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்த இரண்டு சட்டகங்களும் கம்பி வடங்களால் இணைக்கப் படும். இவ்வடத்தின் மேல் எஃகுப் பற்களையுடைய ஒரு வாளி மேலும் கீழும் செல்லுமாறு அமைக்கப்படு கிறது. இவ்வாளி பள்ளத்திலுள்ள மண்ணை வெட்டி நிரப்பிக் கொண்டு வடத்தினால் இழுக்கப்பட்டு மேட் டில் வந்து மண்ணைக் கொட்டும். பிறகு இவ்வாளி புவி ஈர்ப்பு விசையால் தானே பள்ளத்திற்குச் செல்லும். குளம் வெட்டுவதற்கு இது மிகவும் ஏற்றது. பார்க்க. நிலச்சமன் எந்திரம்.

நூலோதி

1. கலைக்களஞ்சியம், தொகுதி ஒன்று, தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.
2. **Mcgraw-Hill** *Encyclopaedia of Science and Technology,* Vol. 5, Mcgraw-Hill Book Company, New york, 1977.
3. **L. C, Urquhart,** *Civil Engineer's Handbook,* 4th Edition, Mcgraw-Hill Book Company, New York, 1962.



படம் 9. பள்ளம் அகழும் நீரியல் பின்கொழு எந்திரம்

அகழ்தல்

அகழ்தல் ஒரு மண் வேலை. அகழ்தலை அகழப்படும் பொருளை வைத்து வகைப்படுத்தலாம். மேல்தரை மண், பாறை, பொதி மண் கலந்த பொருள்கள் எனப் பலவகை அகழ் பொருள்கள் உண்டு.

மேல்தரை மண் அகழ்தல். புவியின் மேல் அடுக்கு மண்ணை நீக்குதலை மேல்தரை மண் அகழ்தல் என்பர். இது மேலுள்ள பச்சைப் பயிர்களை நீக்குவதையும் உள்ளடக்கும். மேல்தரை மண்ணோ புவிப்புறணி மண்ணோ மரங்கள் பிற பைங்கூழ்கள் (vegetation) வளர்ச்சிக்கு அடித்தளமாகும். இப்பகுதியில் கீழுள்ள பகுதியைவிடக் கூடுதலான ஈரம் இருக்கும். கீழுள்ள அடுக்கு மண் ஈரம் அற்றுத் தளர்ந்துள்ளதால் கையாளு வதற்கு எளிதானது. எனவே மேல்தரை மண்ணைக் குறைவாக அகழ்வது மிகவும் பயன் உடையது. இம் மண் திரும்பவும் தேவைப்பட்ட இடங்களில் நிரப்பு வதற்காகவும், அரிப்பைத் தடுக்கும் பயிர்களை வளர்க் கும் இடங்களில் நிரப்புவதற்காகவும் தேக்கி வைக்கப் படுகிறது.

நிலம் அகழ்தல். மேல் தரைக்குக் கீழும், பாறைப் பகுதிக்கு மேலும் உள்ள அடுக்கை அகழ்வதை நிலம் அகழ்தல் எனலாம். இது கடை கால்கள், கட்டடத் தடுப்புச் சுவர்கள் எழுப்ப மேற்கொள்ளப்படும். இதை மண் வாரி எந்திரங்கள் (earth moving instruments) அல்லது நிலம் செதுக்கு எந்திரங்கள் (scrapers) எளி தாகச் செய்யும்.

பாறை அகழ்தல். பாறை வெடி வைத்து உடைத் தும், துளைத்து உடைத்தும் அகழப்படுகிறது. 45 செண்டிமீட்டர் விட்டத்துக்கும் மேலான கற்கள் பொதுவாகப் பாறைகள் எனப்படுகின்றன. நிலத்தை உழுது கொத்தி உடைத்துச் சிறுசிறு கட்டிகளாக்கி நீக்குவது எளிது. இந்த மண்ணைச் சுவர்களிலும் கடைகால்களிலும் மெல்லிய அடுக்குகளாகப் பயன் படுத்தலாம். ஆனால் அகழப்படும் பாறைகளைத் தடுப்புச் சுவர்களில் பயன்படுத்தும்போது அவற்றை 45 செண்டிமீட்டர் கனம் உள்ள அடுக்குகளாகத்தான் அமைக்க முடியும்.

பொதிமண் அகழ்தல். அதிக நீர் உள்ள அல்லது தேவையற்ற மண்ணை அகழ்வதை முறையே சேறு அல்லது பொதிமண் அகழ்தல் எனலாம். இந்த அகழ் பொருளைத் தடுப்புச் சுவருக்குப் பயன்படுத்தல் முடி யாது. அகழ்ந்த சேற்றைப் பரப்பியும், இந்த மண்ணில் சிறப்பியல்புகளை மாற்றும் பிற பொருள்களுடன் கலந்தும் ஈரத்தை நீக்கலாம்.

கலந்த பொருள் அகழ்தல். இது மேல்தரை நிலம், பாறை, சேறு ஆகியன கலந்துள்ள கூட்டுப்பொருள் களை அகழ்வதைக் குறிக்கும். இந்த முறையிலேயே எல்லா மண் அகழ்தல் ஒப்பந்தங்களும் செய்யப்படு கின்றன.

அகழ்தலை அது செய்யப்படும் நோக்கங்களைப் பொறுத்தும் வகைப்படுத்தலாம். அவை திறந்தவெளிச் சுரங்கம் வெட்டல், கடைகால் வெட்டல், சாலை போடல், வடிகால் வெட்டல், பாலம் கட்டல், கால்-வாய் வெட்டல், தடுப்புச்சுவர் அகழ்தல், தூர் வாரல் என்பன. இவற்றின் பெயர்கள் அடிக்கடி மாறுபட்டா லும் அந்தந்த வட்டாரத்தில் வழங்கும் பெயரையே ஒப்பந்தங்களில் பயன்படுத்துவர்.

மேல் அடுக்கு அகழ்தல். தரைக்கும் கெட்டியான அடித்தரைக்கும் இடையில் உள்ள மேலடுக்கு மண்ணை அகழ்வதை மேலடுக்கு அகழ்தல் எனலாம்.

சாலைவழி அகழ்தல். நெடுஞ்சாலைகள் அமைக்க மேலடுக்கு அகழ்ந்ததும், அதன் கீழுள்ள அடுக்கை அகழ் வதைச் சாலைவழி அகழ்தல் என்பர். சாலைவழி அகழ்தல் மேலடுக்கு அகழ்வின் ஒரு பகுதியே.

வடிகால் அகழ்தல் அல்லது கட்டகம் அகழ்தல். பாலங்களைத் தவிரப் பிற வடிகால் கட்டகங்களைக் கட்ட அகழ்தலை, வடிகால் அகழ்தல் அல்லது கட்டகம் அகழ்தல் எனலாம். இந்தக் கட்டகங்கள் சிறு வடிகால் கட்டகங்கள் எனப்படுகின்றன. இவற்றுள் சாலையின் குறுக்குக் குழாய்களும் சிறு பாலங்களும் (culvert) அடங் கும். 6 மீட்டருக்குக் கீழான சாலைவழிக் கட்டகங் களைச் சிறுபாலங்கள் என்றும், 6 மீட்டருக்கும் கூடு தலான நீளமுள்ள சாலைவழிக் கட்டகங்களைப் பாலங் கள் என்றும் வழங்குவர். குழாய் அல்லது சிறுபாலம் அமைக்கப்பட்டதும் தக்க நிரப்புப் பொருளால் அவற்றை நிரப்ப வேண்டும். இந்தப் பொருளை வடி கால் அகழ்விலிருந்து அகழ்ந்த பொருளால் நிரப்பக் கூடாது. சிறுபாலங்களுக்காக அகழும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவுக்கு அப்பால் உள்ள பொருளை அகழ்தல் கூடாது.

பாலம் அகழ்தல். பாலங்களைக் கட்டுவதற்கான கடைகாலையும் தொடக்கச் சுவர்களையும் எழுப்ப அகழ்தல், பாலம் அகழ்தல் எனப்படும். இது உலர், ஈர, பாறை அகழ்தல் என மூவகையாகப் பிரிக்கப்படும். அகழப்படும் ஆழத்தைப் பொறுத்து உலர் அகழ்வும் ஈர அகழ்வும் பாகுபடுத்தப்படும். இந்த ஆழம் இடத்துக்கு இடம் மாறுபடும்.

கால்வாய் அகழ்தல். ஓர் ஓடையையோ நீர்வழியை யோ வழிமாற்றும் போது கால்வாய் தோண்ட அகழ் தல், கால்வாய் அகழ்தல் எனப்படும்.

கடைகால் அகழ்தல். ஒரு கட்டடத்தின் சுவருக்காக அல்லது தூணுக்காகச் செய்யப்படும் அகழ்தல் வேலை கடைகால் அகழ்தல் எனப்படும். இது மிகவும் கச்சித மாகவும் தரமாகவும் செய்யப்படும் பணியாகும். பக்கச் சாரம் இன்றியே கற்காரையை நிரப்ப இப்பணி

தரமாகச் செயல்படல் தேவை. இந்த அகழ்தல் முறையில், சாரம் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்ப்பது செலவைக் குறைத்தாலும், மிகுந்த திறமையும், மட்டு மீறிய மனித உழைப்பும் தேவைப்படுகின்றன.

கடன் வாங்கல் அகழ்தல். ஓர் இடத்தில் ஒரு பணிக்கான நிரப்புப் பொருள் கிடைக்காவிட்டால் அதை வேறு இடத்தில் அகழ்ந்து பெறுவதைக் கடன் வாங்கல் அகழ்தல் எனலாம். கடன் வாங்கல் அகழ்தலைச் செய்யும்போது அதிலுள்ள மரம், சரளைகள், மேல் தரைமண், பிற தேவையற்ற பொருள்கள் ஆகியவற்றை நீக்கிவிடவேண்டும்.

தூர் வாரல். நீரிலுள்ள பொருள்களை அகழ்தலைத் தூர் அகழ்தல் அல்லது தூர் வாரல் என்பர். இந்தப் பொருள்கள் நீர் கலந்த நிலையில் எக்கிகள் (pumps) மூலமாக நீருக்கு மேலே கொண்டு வந்து வெளியில் இறைக்கப்படுகின்றன.

உலோ.செ.

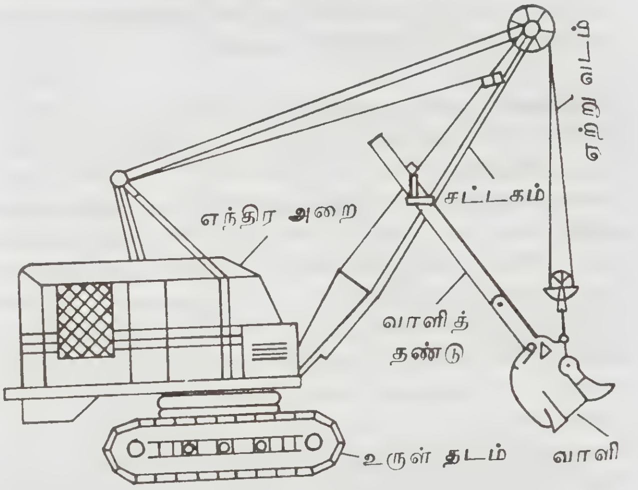
நூலோதி

1. கலைக்களஞ்சியம், தொகுதி ஒன்று, தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.
2. **Frederick S. Merritt,** *Standard Handbook Civil Engineering,* Third Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.

அகழ்வாரி எந்திரம், திறன்

முனையில் வாளி அமைந்த தண்டு அல்லது ஒந்தி (crane) அல்லது ஏற்றி இறக்கும் பெருஞ்சட்டம் (boom) போன்ற முகப்பு இணைப்புகள் இணைந்தும் இணையாமலும் செய்யப்படுகின்ற, சமன் எடையும் ஓட்டல், கட்டுப்படுத்தல் வேலைகளைச் செய்யும் இயக்கமைப்புகளும், திறன் ஊட்டும் எந்திரத் தொகுதியும் அமைந்த, சுழலும் அடிமேடை கொண்ட, மண் அல்லது கற்களை அகழ்ந்து வாரிக் கொட்டும் எந்திரமே இது. இதிலுள்ள எல்லா எந்திர இயக்க அமைப்புகளும் ஒரு சுழலும் மேடை அல்லது உருள்தடம் அல்லது சக்கரங்களின் மீது அமையும்.

பொதுவான மண் வாரி எந்திரங்கள் (earth moving equipments) திறந்த வெளிச் சுரங்கங்களின் மேல் மண், பாறை இவற்றை அப்புறப்படுத்துவதற்கும், பின்னர் கீழே உள்ள லிக்னைட் (lignite), ஆந்த்ரசைட் (Anthracite) போன்ற நிலக்கரிகள், பாக்சைட் (bauxite), ஹெமடைட் (hemetite) போன்ற கனிமங்கள், மெக்னசைட் (Magnesite), சிலிக்கா (Silica) போன்ற வெப்பந் தாங்கிகள் (refractories) ஆகியவற்றை அகழ்ந்தெடுக்கவும் பயன்படுகின்றன. இவ்வெந்திரங்களில் பலவகை உண்டு. அவற்றுள் திறன் அகழ்வாரி எந்திரம் ஒன்றாகும்.



உருள்தட அகழ்வாரி எந்திரம்
(கம்மின்ஸ் எஞ்சின் லிமிடெட்)

இவ்வெந்திரத்தில் முன்பக்கம் கனமான குட்டையான ஏர்க்கால் போன்ற ஏற்றி இறக்கும் பெருஞ் சட்டம் (boom) சாய்வான நிலையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் நடுவே மேலும் கீழும் அசையுமாறு ஒரு வாளித்தண்டு (dipper stick) கீலினால் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வாளித்தண்டின் முகப்பில் மண்ணை வெட்டி வாரும் வாளி (dipper bucket) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மண், களிமம், நிலக்கரி இவற்றை வெட்டித் தோண்டுவதற்கு ஏற்றபடி, வாளியின் முனையில் எஃகாலான பற்கள் உள்ளன. அப்பற்கள் மண்ணில் செருகி மேலெழும்போது வாளி முழுவதும் மண்ணால் நிரப்பப்படுகிறது. இவ்வாறு நிரப்பப்பட்ட மண்ணைக் கொட்டுவதற்கு ஏதுவாக வாளியின் அடிப்பட்டை திறந்து மூடும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மண் தோண்டுதல், கொட்டுதல் போன்ற இவ்வியக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்த எஃகு வடங்கள் (Steel ropes) பயன்படுகின்றன. எஃகு வடங்களின் ஒருமுனை, வாளி. வாளித்தண்டு இவற்றோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வடங்கள் ஏற்றி இறக்கப்படும்படி அமைந்த பெருஞ்சட்டத்தின் மேலுள்ள சுழல் உருளைகள் மூலமாக எந்திர அறையைச் (Cabin) சென்றடைகின்றன. அங்குள்ள பெரிய உருளைகளால் சுழற்றப்பட்டு இவை மின் ஓடிகளால் (Motor) இயக்கப்படுகின்றன.

வாளி, வாளித்தண்டு, ஏற்றி இறக்கும் பெருஞ்சட்டம் ஆகியவற்றைத் தாங்கும் அடிப்பகுதி சுழலும் அமைப்பு உடையது. இதனால் மண் நிரப்பப்பட்ட வாளி சுழன்று மறுபக்கம் மண்ணைக் கொட்டவோ அல்லது சரக்குந்தில் நிரப்பவோ முடிகிறது. சில திறனியக்க அகழ்வாரி எந்திரங்கள் இவ்வாறு சுழலா

௱லேயே முன்பக்கம் தோண்டிய மண்ணைப் பின்பக்கம் கொட்டுமாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இவை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு நகர்ந்து செல்லுவதற்கு ஏற்றபடி ரப்பர் சக்கரங்களால் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இன்னும் சில அகழ்வாரி எந்திரங்கள் தண்டவாளங்களின் (rails) மீதோ இரும்பு உருள் தடங்களின் (crawlers) மீதோ ஊர்ந்து செல்லுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

வாளியின் கொள்ளளவுக்கு ஏற்ப இவை சிறிய, நடுத்தர, பெரிய அகழ்பொறிகள் என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. வாளியின் கொள்ளளவு $\frac{1}{2}$ கன மீட்டரிலிருந்து 19 கனமீட்டர் வரை வேறுபடும். சில மிகப்பெரிய அகழ்வாரி எந்திரங்களின் வாளிகள் 30 கன மீட்டர் வரை கொள்ளளவு உடையன.

$4\frac{1}{2}$ கனமீட்டர் கொள்ளளவு உடைய வாளி ஒரு நாளில் எட்டு மணி நேரத்தில் சுமார் 6000 டன் வரை மண் தோண்டும். மேலும் இதன் உற்பத்தித் திறன் அகழ்ந்தெடுக்கப்படும் பொருளின் தன்மைக்கேற்ப மாறுபடும். எளிதில் உடையக்கூடிய மிருதுவான பொருளாயின் அகழ்ந்தெடுக்கப்படும் பொருளின் அளவு கூடும். மிகக் கடினமான பொருளாயின் அகழ் பொருள் அளவு குறையும.

இந்த அகழ்வாரி எந்திரங்கள் பெட்ரோல் அல்லது டீசல் பொறிகள், மின்ஓடிகள் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றால் இயக்கப்படுகின்றன. மூன்று கனமீட்டர் கொள்ளளவுக்குக்குறைவாக உள்ள அகழ் வாரிஎந்திரங்கள் டீசல் அல்லது பெட்ரோல் பொறிகளால் இயங்குகின்றன. இதை விடப் பெரியவை டீசல், மின்சாரம் அல்லது மின்ஓடிகளால் இயங்குகின்றன. இத்தகைய மின்ஓடிகள், மற்ற கட்டுப்பாட்டுச் சாதனங்கள் யாவும் எந்திர அறையில் (cabin) வைக்கப்பட்டுள்ளன. எந்திர அறையின் முன் பக்கத்தில் இதனை இயக்கும் ஓட்டுநர் (operator) அறை உண்டு. இப்பொறி வேலை செய்வதைப் பார்த்துக் கட்டுப்படுத்துவதற்குத் தக்கபடி ஓட்டுநர் அறையின் முன்பக்கம் கண்ணாடிச் சாளரங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

திறன் முறையால் இயங்கும் அகழ் வாரி எந்திரங்கள் எந்திரமுறை, மின்முறை அல்லது நீரியல் முறைத்திறன் எந்திரத் தொகுதியால் இயக்கப்படுகின்றன. எந்திர முறை அகழ்வாரி எந்திரங்கள் பொறிகளின் திறனைப் (engine power) பயன்படுத்துகின்றன. இவை அடிப்பகுதியையும், முகப்பு இணைப்புகளையும் (front attachments) இயக்க, உரசிணைப்பிகள் (clutches), பல்சக்கரங்கள் (gear), அச்சுத்தண்டுகள் (shaft), இழுகலன்கள் (winch drums), வடங்கள் மூலம் பொறியிலிருந்து பெறும் திறனைப் பயன்படுத்துகின்றன. மின்முறையில் இயங்கும் எஃகுடை அகழ்வாரி எந்திரங்கள் அடிப்பகுதியில் நிறுவப்பட்ட மின்னாக்கியிலிருந்து பெறும் மின் திறனை மின்தொடர் மூலம் பல மின்ஓடிகளுக்கு அனுப்பி எல்லா அமைப்புகளையும் இயக்குகின்றன. எந்திர முறை அகழ்வாரியில் உள்ள உரசிணைப்பு, பல்சக்கரம், அச்சுத் தண்டு ஆகியன மின்முறை அகழ் வாரியில் இல்லை. நீரியல் அகழ்வாரியில் ஓடிகளையும் உலக்கைகளையும் (Motors and pistons) இயக்க வேண்டிய அழுத்தம் எக்கிகள் (pumps) மூலம் பெறப்படுகிறது. இந்த எக்கிகள் பொறித்திறனால் இயக்கப்படுகின்றன. எந்திர முறையிலேயே நீரியல், மின்னியல் செயல் முறைகளும் பயன்படுவதுண்டு.

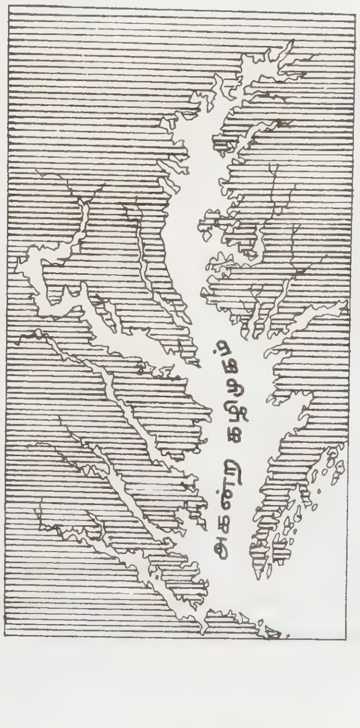
நிலுச்சமன் எந்திரம் (bulldozer) அகழ்வாரி எந்திரத்தின் ஒரு மாறுபட்ட படைப்பாகும். இது ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு மண்ணைத் தள்ளிச் செல்லப் பயன்படும், ஆனால் எடுத்துச் செல்லப் பயன்படாது. இது பெரும்பாலும் சாலைகள் அமைக்கவும், நிலங்களைச் சமன்படுத்தவும் உதவுகிறது. நம் நாட்டில் பாரத மண்வாரி எந்திர ஆலை (Bharath Earth Movers Ltd.) பெங்களூரில் இவ்வகை எந்திரங்களை உற்பத்தி செய்கிறது. காண்க, அகழ் எந்திரங்கள், ஏற்று ஒந்தி, (crane hoist), பெரும் பொருள் கையாளும் எந்திரங்கள் (bulk handling machines).

செ.வை.சா

நூலோதி

1. கலைக்களஞ்சியம், தொகுதி ஒன்று, தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.
2. **Mcgraw-Hill** *Encyclopaedia of Science and Technology,* Vol. 5, Mcgraw-Hill Book Company, New york, 1977.
3. **L. C, Urquhart,** *Civil Engineer's Handbook.* 4th Edition, Mcgraw-Hill Book Company, New York, 1962.

அகன்ற கழிமுகம்



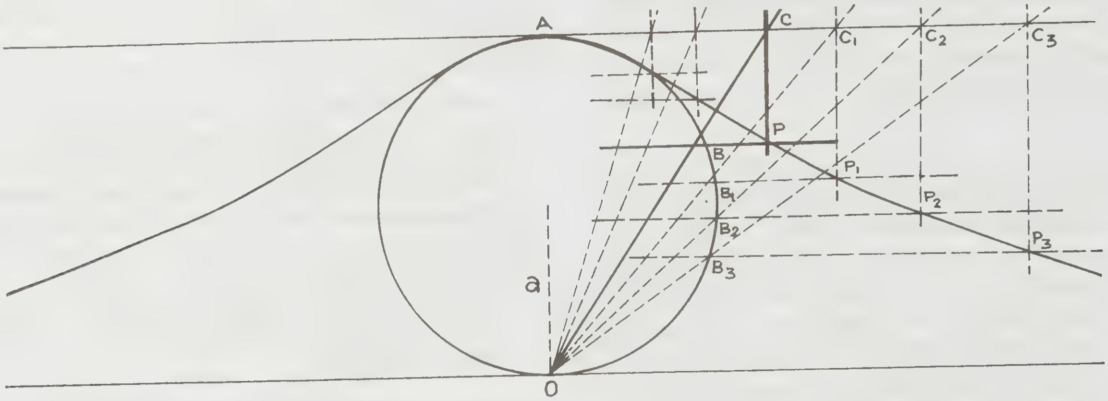
இது ஆறு கடலோடு கலக்குமிடமாகும். இங்கு ஆற்று நீர் கொண்டுவரும் வண்டல் தங்கிய கூடல்முகத்தை அடைக்காமல் கடலில் கலந்துவிடும். அகன்ற கழி முகங்கள் நல்ல துறைமுகப் பட்டினங்கள் அமைவதற்கு ஏற்ற இடங்கள். காண்க, ஆறுகளின் செயல்கள்.

நூலோதி

கலைக்களஞ்சியம், முதல் தொகுதி, தமிழ்வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.

அகனேசி வளைவு

அகனேசி என்பவர் பழங்காலக் கணிதவியல் பெண்பால் அறிஞர். அவர் கண்டறிந்த வளைவின் சமன்பாடு $X^2Y + 4a^2Y = 8a^2$ ஆகும். இவ்வளைவு அகனேசி வளைவு (Witch of Agnesi) எனப்படும்.



அகனேசி வளைவு

'a' அலகு ஆரம் (Radius) உள்ள OAB என்ற வட்டத்தில் A என்ற புள்ளிக்குத் தொடுகோடு AT வரைந்து புள்ளி O-வில் இருந்து B என்ற புள்ளியை இணைக்கும்போது, அக்கோடு தொடுகோடு (Tangent) AT-ஐ, C-என்ற புள்ளியில் வெட்டும். தொடுகோடு AT-க்கு இணையாக B இன் வழியாக வரையும் நேர்கோடு C-இல் இருந்து AT-க்குச் செங்குத்தாக வரையும் நேர்கோட்டைப் P என்ற புள்ளியில் வெட்டும். இப்புள்ளியின் இயக்கப்பாதை அகனேசி வளைவு ஆகும். இந்த வளைவு Y அச்சுக்குச் சமச்சீராக அமையும். $Y=0$ அல்லது X அச்சு இவ்வளைவிற்கு அணுகுகோடு (Asymptote) ஆகும்.

அகாசிஸ், அலெக்சாண்டர்

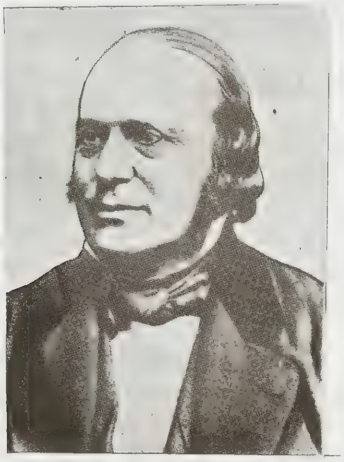
கடலியல், கடல் உயிரியல், சுரங்கப்பொறியியல் ஆகிய துறைகளில் ஆர்வம் கொண்ட இவர் சுவிட்சர்லாந்தின் இயற்கை அறிவியலார் லூயி அகேசிஸ் என்பவரின் மகனாவார். ஹார்வர்ட் (Harvard) பல்கலைக் கழகத்தில் பொறியியல், விலங்கியல் ஆகியவற்றில் தேர்ச்சி பெற்றார். இவர் முள்தோலிகளைப் பற்றிய தமது ஆய்வுகளின் முடிவுகளை முதன் முதலில் 1865ஆம் ஆண்டு 'நட்சத்திர மீனின் கருவியல்' என்ற தலைப்பிலும், அதே ஆண்டு மாற்றாந்தாயையும் கூட்டு எழுத்தாளராகக் கொண்டு 'இயற்கை வரலாறு பற்றிய கடற்கரை ஆய்வுகள்' என்ற தலைப்பிலும், 1872-74 ஆண்டுகளில் ''முள்தோலிகளின் வகைப்பாடு திருத்தம்'' என்ற தலைப்பிலும் ஆய்வுக் கட்டுரைகள் வெளியிட்டார்.

இவர் சுப்பீரியர் ஏரிக்கு அருகாமையிலுள்ள ஒரு செப்புச் சுரங்கத்தில் 1866இலிருந்து 1869 வரை கண்காணிப்பாளராகப் பணியாற்றினார். பின்பு அச்சுரங்கத் தலைவராக உயர்த்தப்பட்டுத் தனது இறுதிக் காலம் வரை தொடர்ந்து அப்பதவியில் இருந்தார். இச்சுரங்கத்தின் வருமானத்தைப் பெருக்கி உலகிலேயே முதன்மையானதொரு செப்புச் சுரங்கமாக்கினார். நவீன இயந்திரங்கள், பாதுகாப்பு முறைகள், ஓய்வு உபகார ஊதியம், சுரங்க வேலையினருக்கு ஆபத்துக் காலப் பண உதவி, சுற்றுப்புறச் சுகாதாரம் ஆகிய இவ்வரும்பணிகளைச் சிறப்பாக ஆற்றினார். பெருமளவு பணத்தை ஹார்வர்டு காட்சியகத்திற்கு அன்பளிப்பாக வழங்கினார். அதே காட்சியகத்தில் 1874ஆம் ஆண்டு முதல் 1885ஆம் ஆண்டு வரை அதன் பொறுப்பாளராகப் (Curator) பணிபுரிந்தார். தன் தந்தையின் மறைவிற்குப் பிறகு, அவரால் பெனீகீஸ் தீவில் ஏற்படுத்தப்பட்ட சிறப்பு வாய்ந்த உயிரியல் சோதனை ஆய்வுக் கூடத்தை மூடிவிட்டு, ரோடே தீவிலுள்ள நியூபோர்ட் என்னுமிடத்தில் தனக்குச் சொந்தமான ஓர் உயிரியல் ஆய்வுக் கூடத்தை நிறுவினார். இவர் 1875ஆம் ஆண்டில் தென் அமெரிக்காவின் மேற்குக் கரையில் ஆய்வுப் பயணம் செய்தபோது கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 1875மீ. உயரம் வரை வளர்ந்துள்ள முருகைப் பாறைகளைக் கண்டுபிடித்தார். தம் வாழ்நாளில் ஏறத்தாழ 1,60,000கி.மீ. அளவு கடலில் பயணம் செய்துள்ளார். இவர் கடல் உயிரிகளைப் பற்றியும் முருகைப் பாறை

களின் வளர்ச்சியைப் பற்றியும் 25 ஆண்டுகள் ஆய்வு நடத்தினார். இவர் தம் ஆய்வின் பயனாக 145 அறிவியல் கட்டுரைகளை வெளியிட்டார். இவருடைய பயணங்களின்போது எடுக்கப்பட்ட கடல் படுகைகளின் மண் மாதிரிகளைக் கொண்டு கடல் படுகையைப் பற்றிய பல விவரங்களை அறிய முடிந்தது. அகேசிஸ் தமது 75ஆவது வயதில் இங்கிலாந்திலிருந்து அமெரிக்கா திரும்புகையில் காலமானார்.

அகாசிஸ், லூயிஸ்

இவர் ஒரு 19ஆம் நூற்றாண்டு அறிவியலறிஞர். இயற்கையியல், புவியியல் துறைகளில் ஆசிரியராகப் பணிபுரிந்தவர். பனி ஆறுகள் (glaciers) பற்றியும், அற்றுப்போன மீன்கள் (Extinct fishes) பற்றியும் மிக விரிவாக ஆராய்ந்தார். இவர் கல்வி கற்பிப்பதில் பல புதிய முறைகளை வகுத்தார்.



அகாசிஸ் லூயிஸ்

அகாசிஸ் லூயிஸ் (Agassiz Louis) சுவிட்சர்லாந்து நாட்டு மொராச் ஏரிக்கரையிலமைந்த மோட்டியர் (Motier) என்ற இடத்தில் வாழ்ந்த புராட்டஸ்டென்ட்டு பாதிரியாருக்கு மகனாக 1804ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 28 ஆம் நாள் பிறந்தார். சிறு வயதில் பியன்னே (Bienne) நகர் கல்விக் கூடத்தில் பயின்றார். பின்னர் லாசன்னே (Lausanne) கல்விக் கழகத்தில் சேர்ந்தார். ஜுரிச் (Zurich), ஹைடெல்பெர்கு (Heidelberg), மூனிச் (Munich) பல்கலைக் கழகங்களில் பயின்றார். எர்லாங்கனில் (Erlangen) மெய்யறிவியலில் (Philosophy) டாக்டர் பட்டமும் மூனிச்சில் மருத்துவத் துறையில் டாக்டர் பட்டமும் பெற்றார்.

சிறு வயதில் மேற்கு சுவிட்சர்லாந்தில், புரூக் மீன்களைப் பற்றி (Brook fishes) ஆராய்ந்தார். 1819-1820ஆம் ஆண்டுகளில் மூனிச் நகரத்தில் வாழ்ந்த இரண்டு புகழ்பெற்ற இயற்கையியல் அறிஞர்கள் அமேசான் ஆற்றிலிருந்து பிரேசிலிய மீன்களை (Brazilian fishes) ஆராய்ந்த போது இவருக்கு மீன் இயலில் (Icthyology) நிலையான ஆர்வமேற்பட்டது. இந்த மீனினங்களின் வகை பாடு, இம்மீன்களைத் திரட்டியவருள் ஒருவரால் தொடங்கப்பட்டது. பின்னர் இப்பணி அகாசிஸ்ஸின் பொறுப்பில் வந்தது. இப்பணி முடிக்கப் பட்ட பிறகு, இது செலக்டா ஜெனிதா எட்ஸ்பீஷீஸ் பிஸ்சியம் (Selecta genera et species piscium) என்னும் நூலாக 1829இல் வெளியிடப் பட்டது. பின்னர் 1830இல் மத்திய ஐரோப்பாவின் 'நன்னீர் மீன்களின் வரலாறு' என்ற செய்தித் திரட்டை வெளியிட்டார்.

இவர் 1832இல் பாரிசில் செய்த ஆய்வுகளுக்குப் பிறகு நியூகாசிலில் (Newcastle) செய்த ஆய்வுகளும் மிகவும் சிறப்பும் பயனும் வாய்ந்தவை. இவருக்கு ஜெர்மன் நாட்டின் இயற்கையியலறிஞரான அலெக்சாண்டர் வான் ஹம்போல்ட்டு (Alexander Von Humboldt) நியூகாசிலில் பேராசிரியர் பதவி வாங்கித் தந்தார். பாரன் குவியர் (Baron Cuvier) என்ற பெயர் பெற்ற மீனியலாளரும் இவர் காலத்தவரே.

இக்காலக் கட்டத்துக் குள்ளாகவே இவருக்கு அற்றுப் போன மீன்களின் ஆய்வில் பேரார்வம் ஏற்பட்டுவிட்டது. அதுவரை பெரும் பாலும் ஆராயப்படாத ஐரோப்பிய மீன்களின் புதை படிவங்களை ஆராய்ந்தார். இதன் விளைவாக 1833-43ஆம் ஆண்டுகளுக்கிடையில் சிறு சிறு பகுதிகளாக வெளியாகிய இவரது நூலான ''ரீச்செர்ச்செஸ் சுர் லெ புவாசான்ஸ் ஃபாசில்லெஸ்'' (Recherches Sur les poissons fossiles) இல் கூறியபடி 1700-க்கும் மேற்பட்ட அற்றுப்போன மீன்கள் பற்றிய விளக்கங்கள் வெளியிடப்பட்டன. இந்நிகழ்ச்சி அற்றுப்போன உயிரின ஆராய்ச்சிக்குப் பெரிதும் ஊக்கமளித்தது. இவர் மீன்களின் ஆராய்ச்சியின் போதே அவற்றுடன் வாழ்ந்த சுவிட்சர்லாந்து நாட்டின் அற்றுப்போன முள்தோலிகளின் (Echinoderms) புதைபடிவங்களையும் ஆராய்ந்து 1838-42ஆம் ஆண்டுகளில் இரு தொகுதிகள் வெளியிட்டார். பின் 1841-42ஆம் ஆண்டுகளில் ''எட்டுடெஸ் கிரிட்டிக்ஸ் சுர் லெ மொல்லுஸ்க்ஸ் ஃபாசில்லெஸ்'' (Etudes critiques sur-les Mollusques fossiles) என்ற நூலை வெளியிட்டார். இது அற்றுப்போன மெல்லுடலிகளின் புதைபடிவங்களைப் பற்றி விளக்கமளிக்கிறது.

இவர் நியூகாசில் பல்கலைக் கழகத்தில் 1832 முதல் 1846 வரை இயற்கை வரலாற்றுப் (Natural History) பேராசிரியராகப் பணிபுரிந்தார். தானே ஒரு நூல் வெளியீட்டாளராகவும் திகழ்ந்தார். இவருடைய கட்டுரைகள் பல இளம் ஆமைகளின்

வளர்கருவியல் (embryology) பற்றியும், விலங்குகளின் பொது வகைபாடு பற்றியும் கூறுகின்றன. இவை விலங்கியலைத் தனிப் படைப்புக் கோட்பாட்டிலிருந்து படி மலர்ச்சிக் கோட்பாட்டிற்கு (theory of evolution) இட்டுச் செல்வன. இவை மட்டுமன்றி அமெரிக்க இயற்கை வரலாறு பற்றியும் அமெரிக்க மீன்கள் பற்றியும் பல்வேறு கட்டுரைகள் எழுதினார். கலி போர்னியாவிலுள்ள குட்டிபோடும் மீன்கள் (Viviparous fishes) பற்றியும் ஆய்வுகள் செய்து கட்டுரை எழுதி னார்.

தற்போது ஹார்வர்டு பல்கலைக் கழகத்தில் அமைந்துள்ள ஒப்பீட்டு விலங்கியல் அருங்காட்சி யகத்தின் (Museum of Comparative Zoology) திட்ட மும் வளர்ச்சியும் இவரது வாழ்நாளின் மிகப்பெரும் பணியாக அமைந்தது. 19ஆம் நூற்றாண்டின் பிற் பகுதியில் வாழ்ந்த அமெரிக்க நாட்டு இயற்கை வரலாற்றியல் ஆசிரியர்களுள் பெரும்பாலோர் இவரு டைய மாணாக்கராக இருந்தனர்.

1873இல் பெனிக்கீஸ் (Penikese) என்னுமிடத்தில் இவர் உருவாக்கிய ஆண்டர்சன் இயற்கை வரலாற்றி யல் பள்ளி (Anderson School of Natural History) அமெரிக்க அறிவியல் கற்பித்தல் முறையில் பெரும் பாதிப்பு உண்டாக்கியது. 1851இல் டார்வின் (Darwin) வெளியிட்ட 'உயிரினங்களின் தோற்றம்' (Origin of Species) என்ற நூலை இவர் கடுமையாக விமர்சித்தார். உயிரினங்கள்பால், சூழ்நிலையால் ஏற்படும் மாற்றங்கள், மரபு வழிப் பண்புகளால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஆகியவற்றை இவர் அறிந்திருந் தாலும் அவற்றால் புதிய இனங்கள் தோன்று வதில்லை, கடவுளின் படைப்பால் மட்டுமே புதிய இனங்கள் தோன்றுகின்றன என்று நம்பினார். உயிரினங்களுக்கிடையில் மரபியல் தொடர்ச்சி ஏதும் இல்லை என்றார். 1836இல் இவர் சுவிட்சர்லாந்து நாட்டுப் பனியாறுகளின் இயக்கத்தையும் விளைவு களையும் ஆராய்ந்தார். 1840இல் 'எட்டூடெஸ் சுர் லெ கிளேசியர்ஸ், (Etudes sur les glaciers) என்ற நூலை வெளியிட்டார். இதில் இவர் சுவிட்சர் லாந்து நாடு, கிரீன்லாந்தைப் போன்று சற்றே அண்மிய புவியியற் காலத்தில் முற்றிலும் பனியாற்றால் மூடப்பட்டிருந்தது என்னும் கருத்தை நிறுவினார்.

1846இல் பாஸ்டன் நகர லோவெல் நிறுவனத்தில் (Lowell Institute) விரிவுரை ஆற்றவும், இயற்கை வரலாற்றியலிலும் புவியியலிலும் ஆராய்ச்சி செய்ய வும் சென்றார். 1847இல் ஹார்வார்டு பல்கலைக் கழகத்தின் (Harvard University) விலங்கியல் பேரா சிரியரானார். 1850 இல் அவருடைய முதல் மனைவி இறந்ததும், பாஸ்டன் நகரைச் சேர்ந்த எலிசபெத்து கபோத்து கேரி (Elizabeth Cabot Cary) என்னும் 'பெண் கல்வி முன்னேற்ற' எழுத்தாளரை இரண்டாம் தாரமாக மணந்தார்.

இவர் அமெரிக்காவில் நடத்திய அறிவியலாராய்ச் சியின் விளைவாக (1) 'சுபீரியர் ஏரி' (1850) (Lake Superior (1850) (2) அமெரிக்க இயற்கை வரலாற்றியல் கட்டுரைகள் (Contributions to the Natural History of United States) என்ற நூல்களை வெளியிட்டார். ஒவ்வொரு தாவர மற்றும் விலங்கினத் தோற்றமும் கடவுளின் சிந்தனையின் விளைவே. உயிரினங்களில் காணப்படும் அமைப்பொற்றுமை (Homology) கடவுளின் மனதில் உருவான கருத்துகளின் விளைவு களே என வாதிட்டார். பிளாட்டோவின் (Plato) கொள்கையான புலனறிவு உலகைவிட (World of sense experience) புலப்படா உலகே (unseen world) மெய்யானது (real) என்ற சிந்தனைத் தொடர்புடன் இவர் கட்டுண்டிருந்ததே இதற்குக் காரணம்.

நூலோதி

1. *Encyclopaedia Britannica,* Micropaedia, Vol.1, p. 132

2. *Encyclopaedia Britannica.* Macropaedia, Vol.1 p. 290

அகாந்தோடியன்கள்

முதுகெலும்பிகளின் பரிணாமத்தில் குறிப்பிடத்தக்க காலகட்டம் தாடைகளின் தோற்றமே. இத்தாடை கள் எவ்விதம் தோன்றியிருக்கமுடியும் என்பதை நமக்குக் கோடிட்டுக் காட்டி உதவும் மீன்களே பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் தோன்றி மறைந்த அக்காந்தோடியன்கள் (Acanthodians).

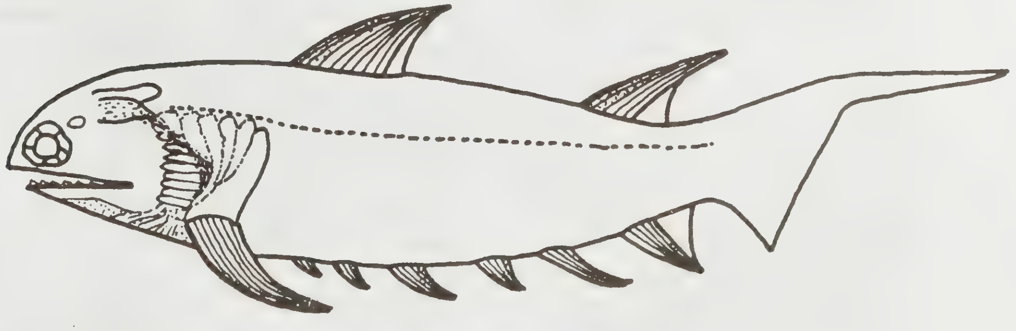
தாடைகள் இல்லாத ஆஸ்ட்ரகோடெர்ம் (Ostra-coderm) போன்ற முதுகெலும்பிகள் பல்வேறு வாழ்க்கை முறைகளுக்கு ஏற்பத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்ள இயலாமல் இருந்தன. அடித்தள உணவு உண்ணிகளா கவோ, ஒட்டுண்ணிகளாகவோ தான் அவை வாழ்வை அமைத்துக் கொள்ள முடிந்தது. இந்தச் சூழலில் தாடைகளின் தோற்றம் முதுகெலும்பிகளின் பரிணா மத்தில் ஒரு திருப்பு முனையாக அமைந்தது. செவுள் வளைவுகளிலிருந்து தாடைகள் தோன்றின. தாடை யற்றவைகளில் (Agnatha) பத்துக்கும் மேற்பட்ட செவுள்கள் இருந்தன. முதுகெலும்பிகளின் ஆரம்ப பரிணாமத்தின் போது முதலிரண்டு செவுள் வளைவு கள் மறைந்து மூன்றாவது வளைவு தாடைகளாக உரு மாற்றம் பெற்றது என்பது அறிஞர் கருத்து.

தாடையுள்ள முதுகெலும்பிகளிலேயே (Gnatho-stomes) முதலில் தோன்றியவை அகாந்தோடியன்கள். மிக முந்திய அகாந்தோடியன்களின் முழு வலிவுக் கூடுகள் நன்பேறின்மையால் நமக்குக் கிடைக்கவில்லை. அரை குறையாக அகப்பட்ட இவற்றின் புதை படிவங்களி

லிருந்து இந்த விலங்குகள் சிலூரியன் (Silurian) காலத்தில் தோன்றியிருக்க வேண்டுமென்பது முடிவு. இம் மீன்களின் புதைபடிவங்கள் ஆரம்பகாலத் தாடைகளின் அமைப்பு எவ்வாறு இருந்தன என்பதைத் தெளிவாக எடுத்துக்காட்டுகின்றன. இந்த முற்காலத்திய மீன்களில் பெரிய மேல்தாடையும் (Palatoquadrate) சிறிய பற்களையுடைய கீழ்த்தாடையும் (Mandible) இருந்தன. கத்திரி (Scissors) போன்ற இவ்விரு தாடைகளுக்குப் பின்னால் செவுள் வளைவு (Hyoid arch) இருக்கின்றது. இச்செவுள் வளைவின் மேலெலும்பு (Hyomandibular) மூளையகத்துக்கும் (Cranium) தாடைகளுக்கும் ஒரு தொடர்பாக அமைந்துள்ளது. முந்திய அகாந்தோடியன்களின் ஒவ்வொரு செவுள் வளைவின் தொடக்கத்தையும் ஒரு செவுள் உறை (Gill cover) மூடி இருக்கிறது. பிந்திய அகாந்தோடியன்களில் செவுள் உறை பெரிதாக வளர்ந்து செவுள் வளைவுகள் முழுவதையும் மூடியிருக்க, மற்ற செவுள் உறைகள் மறைந்து விடுகின்றன. அவை சதுரச் செதில்களையும், துடுப்பிகளுக்கு முன்னால் தடித்த முட்களையும், மேல் நீண்ட வால் துடுப்பையும் (Heterocercal caudal fin) கொண்டவை. அகாந்தோடியன்கள் இணைத் துடுப்பு முட்களைக் கொண்ட தொல்லுயிர் (Palaeozoic) மீன்கள். இவை, பெரும்பாலும் 200 மில்லி மீட்டர் நீளமே உள்ள சிறிய மீன்களாக இருந்தாலும் சில இனங்கள் 2 மீட்டர் வரை வளர்ந்திருக்கின்றன.

இவற்றின் உடல் இரு முனைகளிலும் ஒடுங்கிச் சுருட்டு போன்ற வடிவமானது. ஒன்று அல்லது இரண்டு மேல் துடுப்புகளும் ஒரு புழைத்துடுப்பும், ஒரு மேல் நீண்ட வால் துடுப்பும் உடலில் அமைந்திருக்கின்றன. இணைத் துடுப்புகளான தோள் துடுப்பு, இடுப்புத் துடுப்புகளுக்கிடையில் வரிசையாக ஆறு இணைகள் வரை இடை முட்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இப்படி அமைந்திருக்கும் முட்கள், உடலின் பக்க மடிப்புகளிலிருந்து தோன்றின என்று துடுப்பு-மடிப்புக் கோட்பாட்டை (Fin-fold theory) உறுதிப்படுத்துகின்றன என்று அறிவியலார் கருதினர். ஆனால் ஆழ்ந்த ஆய்வுக்குப்பின் இவை துடுப்பு மடிப்பின் எச்சங்களல்ல (Vestiges) என்றும், இவை தனித்துத் தோன்றின என்றும் முடிவு கண்டிருக்கின்றனர். வால் துடுப்பைத் தவிர மற்ற எல்லாத் துடுப்புகளிலும் ஒரு துடுப்பு முள் அமைந்திருக்கிறது. இந்த முள் கிளைமாஸியஸ் (Climatius) போன்ற மீன்களில் மேலோட்டுத் தோலில் அமைந்திருக்கிறது. ஆனால் அகாந்தோட்ஸ் (Acanthodes) போன்றவற்றில். இந்த முட்கள் தசை அடுக்குகளுக்கிடையே (Myotomes) பொருந்தியிருக்கின்றன. சுறா மீன்களையொத்த வெளித்தோற்றத்தாலும் துடுப்புகளில் முட்களைக் கொண்டிருந்ததாலும் இவற்றை முட்சுறாக்கள் (Spiny sharks) என அழைத்தனர். இவற்றின் உடல் முழுவதும் நெருக்கமாகச் செதில்களால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. இச்செதில்களில் எலும்பு அடுக்கும், டென்டைன் அடுக்கும் ஒரு மையத்தைச் சுற்றி அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கின்றன. இவற்றில் கூழ்க்குழி (Pulp Cavity) கிடையாது. பொதுவாக இச்செதில்கள் வளர்ச்சியின் ஆரம்ப நிலையிலேயே தோன்றி மீனின் முதிர்ச்சிக்கேற்பப் பெரியவையாகின்றன. உடலின் சில பகுதிகளில் மட்டும் இச்செதில்கள் தோன்றுவதுதாமதப்படுகிறது. மீன் நன்கு வளர்ச்சியுற்ற நிலையில் இவை தோன்றுகின்றன.

வெளி மூச்சுத் துளைகள் எப்போதும் சிறியவையாகவும் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. கண்கள் தலையின் முன்புறம் அமைந்திருக்கின்றன. கண்ணைச் சுற்றி ஐந்து எலும்புத் துண்டுகள் சூழ்ந்திருக்கின்றன. அகாந்தோடியன்கள் சூழலை அறிந்து கொள்வதற்கு நாசிகளைவிடக் கண்களையே அதிகம் பயன்படுத்தியிருக்க வேண்டும். தலைப் பகுதி பல சிறிய எலும்புத் துண்டுகளால் மூடப்பட்டிருக்கின்றது. இவற்றில் சில பெரியவையாகவும் விரிந்திருக்கின்றன. முதுகெலும்புத் தண்டுக்குள்ளே நீண்ட துண்டுபடாத முதுகு நாண் இருக்கிறது. பற்கள் எளிமையாகக் கூம்பு வடிவத்திலோ, பல பல் முகடுகளைக் கொண்டோ (Multicuspid) அமைந்திருக்



கிளைமாட்டியஸ் ரெட்டிகுலேடஸ்

கின்றன. சில அகாந்தோடியன்களில் இப்பற்கள் தாடைக் குருத்தெலும்புடன் இறுகி இணைந்திருக்கின்றன. சிலவற்றில் பற்கள் தனியாக அமைந்து இணைப்புத் திசுவால் குருத்தெலும்புடன் பொருந்தியிருக்கின்றன. இன்னும் சிலவற்றில் பற்கள் கீழ்த் தாடையில் திருகுச் சுருளாக அமைந்திருக்கின்றன.

அகாந்தோடியன்களை வகைப் படுத்துவதில் சில முரண் பட்ட கருத்துக்கள் இருக்கின்றன. சிலர் இவற்றைக் குருத்தெலும்பு மீன்களுக்கு நெருங்கிய உறவாகவும், மற்றும் சிலர் இவை எலும்பு மீன்களை ஒத்தன என்றும் கருதுகின்றனர். பிந்திய கருத்து தான் அண்மைக் காலத்தில் பெரும்பாலோரால் ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது. அகாந்தோடியன்கள், அகாந்தோடிஃபாம்ஸ் (Acanthodiformes), கிளைமாடியைஃபாம்ஸ் (Climatiiformes), இஸ்க்னகாந்திஃபாம்ஸ் (Ischnacanthiformes) என்ற மூன்று வகைகளில் அடங்குகின்றன.

அகாந்தோடியன்களிலேயே பின்னால் தோன்றி இறுதியாக மறைந்த வகை அகாந்தோடிஃபாம்ஸ், கீழ்டிவோனியனிலிருந்து கீழ்பெர்மியன் காலம் வரை காணக் கிடைக்கின்றன. பற்களின்மை, ஒற்றை மேல் துடுப்பு, டென்டைனால் ஆன முகப்புடைய செதில்கள், நீளமான உடம்பு ஆகிய பண்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன.

மேல் சிலூரியவிலிருந்து கார்பானிஃபெரஸ் காலத்திற்குட்பட்ட அகாந்தோடியன்கள் கிளைமாடியைஃபாம்ஸ் வகைகளில் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. குட்டையான உடல், மேலோடு பொருந்தியிருக்கும் துடுப்பு முட்கள், நிறைந்த எண்ணிக்கையிலான இடை முட்கள், இரண்டு மேல் துடுப்புகள், மீசோடென்டைனாலான (Mesodentine) முகப்புடைய செதில்கள் போன்ற பண்புகளால் இவற்றை அறியலாம்.

இவ்விரண்டு வகைகளுக்கும் இடைப்பட்ட பண்புகளைக் கொண்ட மீன்கள் இஸ்க்னகாந்திஃபாம்ஸ் வகையில் இருக்கின்றன. கிளைமாடியைஃபாம்ஸ் போல் இரண்டு மேல் துடுப்புகள் இருந்தாலும் அவை மிகச் சிறியவை. துடுப்பு முட்கள் உடம்பிலுள்ளே ஆழமாகப் பொருந்தியிருக்கின்றன. இடை முட்கள் இவற்றில் மறைந்துவிட்டன.

கிடைத்த மிகச் சில புதை படிவங்களிலிருந்து அறிஞர்கள் அகாந்தோடியன்களின் வாழ்க்கை முறையை ஓரளவுக்கு இப்படித்தான் இருந்திருக்க முடியும் எனக் கணித்திருக்கிறார்கள். உடலமைப்பையும் உணர்வுறுப்புகளின் தன்மையையும் கொண்டு இவை நீரின் மேல் மட்டத்திலும் இடைமட்டத்திலும் வாழ்ந்திருக்க முடியும். நீர் அடித்தளப் பகுதியில் தாடையற்றவைகளைப் போல் வாழ்ந்திருக்க முடியாது என்பது அவர்கள் கருத்து. மேலும் இவை நன்கு நீந்தும் திறன் பெற்றவையாய் இருக்கலாம். தசையமைப்பையும் முதுகுத்தண்டையும் வைத்துப் பார்க்கும் போது அவை இன்றைய விலாங்குகளைப் போல நீந்தியிருக்கலாம் எனக் கருதுகின்றனர். துடுப்பு முட்களும் மற்ற இடை முட்களும், பிற மீன்களிடமிருந்து தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளப் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கலாம். வாய் மற்றும் பற்களின் அமைப்பால் இந்த மீன்கள் பெரும்பாலும் சிறு விலங்குகளை உட்கொள்ளும் தன்மை பெற்றிருந்தன என விளங்குகிறது. தோன்றிய சிறிது காலத்திற்குள்ளேயே மறைந்து பட்டாலும் அகாந்தோடியன்கள் தம் பல்வேறு சிறப்பியல்புகளால் மீன்களின் பரிணாம வளர்ச்சியை அறியப் பெருந்துணையாக இருக்கின்றன.

அ. ப.

நூலோதி

1. **Colbert, E.H.** *Evolution of the Vertebrates: a History of the Backboned Animals through time.* 2nd ed JohnWiley & Sons, Inc., New York, 1969.
2. **Miles, R.S.** *'Class Acanthodili'* in "The Fossile Record' (ed) Harland, **W.B. et. al.** Geol Soc., London, 1967
3. **Homer, A.S.** *'Vertebrate Palaeontology,* 3rd ed. The University of Chicago Press, Chicago, 1966.

அகாபா வளைகுடா

அகாபா வளைகுடா என்பது (Aquaba gulf) செங்கடலின் (Red Sea) வடகிழக்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இவ்வளைகுடாதான் ஜோர்டானைச் செங்கடலுடன் நேரடியாக இணைத்துக்கடல் வழி வாணிகத்திற்குப் பெரிதும் உதவுகிறது. ஜோர்டானிய மக்கள் இவ்வளைகுடா வழியாக எகிப்துக்கும் அரேபியாவுக்கும் இடையே தொடர்பு ஏற்படுத்தியிருந்தனர். அரேபிய நாட்டுப் புவியியல் வல்லுநர்கள் அகாபா வளைகுடாவை ஈலாத் என்றும், பாலஸ்தீன துறைமுகம் என்றும் பெயரிட்டு அழைத்து உரிமை கொண்டாடினார்கள். பிறகு 12ஆம் நூற்றாண்டில் எகிப்திய அரசனான சாலாதின் (Saladin) என்பவரால் கைப்பற்றப்பட்டுச் சிதைவுறத் தொடங்கியது. அவ்வமயம் எகிப்திய புனிதப் பயணிகள் இவ்வளைகுடாவைக் கடல்வழியாகப் பயன்படுத்திக் கொண்டிருந்தனர். 1892 இல் துருக்கியர்கள் அகாபா வளைகுடாவினைக் கைப்பற்றினர். 1917இல் லாரென்சும் ஹேஜாசும் (Lawrence & Hejaz) இவ்வளைகுடாவைக் கைப்பற்றி மான், பெட்ரா, சாபாக் (Maan, Petra, Shaubak) ஆகிய அரேபியத் துறைமுகங்களுடன் சேர்த்து நிர்வகித்தனர். அகாபா வளைகுடா 1925இல் பிரிட்டிஷ் பேரரசுக்குட்பட்டு 1950இல் இருந்து ஜோர்டானின் ஒரே துறைமுகமாகவும், தலைசிறந்த கடல்

வாணிகப் பாதையாகவும் அமைந்தது. இருநூறு மீட்டர் ஆழக்கடலாகவும், கரையோர மலைத்தொடர்களால் சூழப்பட்டுள்ளதாலும் இவ்வளைகுடா வாணிப முக்கியத்துவமும், பாதுகாப்பும் கொண்ட துறைமுகமாகத் திகழ்கிறது.

ஜி.எஸ்.வி.

அகாமா

அகாமா (Agama) என்னும் பொதுவினத்தில் ஏறக்குறைய 60 சிறப்பினங்களைச் சேர்ந்த ஓணான்கள் உள்ளன. இவை ஆப்பிரிக்கா முழுவதிலும், தென் கிழக்கு ஐரோப்பியப் பகுதிகளிலும், நடு இந்தியாவில் பாறைகள் செறிந்த பாலைவனப் பகுதிகளிலும் வாழ்கின்றன. அகாமா அகாமா (Agama agama) எனப்படும் ஆப்பிரிக்க இனமே அனைத்திலும் நன்கு அறியப்பட்ட ஒன்று. இவ்வினம் புல்வெளிகளிலும் புதர்களிலும் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புடையது. இதன் தலை அடர்ந்த சிவப்பு நிறமுடையது; உடல் ஆழ்ந்த நீல நிறமானது. எகிப்தின் வடபகுதியில் காணப்படும் அகாமா ஸ்டெல்லியோ (Agama stellio) எனப்படும் நட்சத்திர அகாமாவும், வட ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படும் அகாமா மியூட்டாபிலிஸ் (Agama mutabilis) எனப்படும் பாலைவன அகாமாவும் குறிப்பிடத்தக்கவை. அகாமா ஸ்டெல்லியோவின் வாலைச் சுற்றிக் காணப்படும் கூர்மையான செதில்கள் இங்கு விகாரமான அச்சமூட்டும் தோற்றத்தையளிக்கின்றன. இவற்றின் உருவ அளவும் நிறமும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. 30 செ.மீ. முதல் 40 செ.மீ. நீளம் வரை வளர்கின்றன. பொதுவாக ஓணான்களில் காணப்படும் தொங்கும் தாடையமைப்பும் (dewlaps), தலையின் முகட்டுப் பகுதியும் (cresta) இவற்றில் முழு வளர்ச்சியுடன் காணப்படுவதில்லை.

இவை பூச்சிகளையே அதிகமாக உணவாகக் கொண்டாலும் புற்கள், பழங்கள், விதைகள் மற்ற சிறிய ஓணான்களின் முட்டைகள் போன்றவற்றையும் உண்ணுகின்றன. இவைகளுக்குக் குறிப்பிட்ட இனப்பெருக்கக் கால வரையறை உண்டு. மார்ச்-மே மாத மழைக்குப் பின்பு இனப்பெருக்கக் காலம் தொடங்குகிறது. பெண் அகாமா ஜூன் மாதம் முதல் செப்டெம்பர் வரை ஒரே முறையில் 12 முட்டைகள் வரை இடுகிறது.

நூலோதி

1. *Encyclopaedia Britannica,* Micropaedia 1;129 1982
2. *The International Wildlife* Encyclopaedia, 1:19. 1969

அகார் அகார்

அகார் அகார் (Agar Agar), கடலும் கடல் சார்ந்த இடங்களிலும் வாழும் பாசிகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப் படுகின்ற பயனுடைய பொருளாகும். அகாரைத் தரும் பாசிகளை அகாரோபைட் (Agarophyte) என்று அழைக்கின்றனர்.

அகாமா ஸ்டெல்லியோ

கடற்பாசிகள் கடலில் சூரிய ஒளியைப் பயன் படுத்தி, ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis) எனும் நிகழ்ச்சியை நடத்தி, உணவுப் பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றன. பின்பு அவை சிறு மிதவையுயிர்கள், இறால், மீன் போன்றவற்றின் குஞ்சுகட்கும் உணவா கின்றன. இறால், மீன், நண்டு போன்றவை பெரி யவையாகி மனிதனுக்கு உணவாகின்றன. எனவே கடலிலிருந்து மனிதனுக்குக் கிடைக்கும் உணவுப் பொருள்கட்கும் கடல் தாவரங்கள் தான் அடிப்படைக் காரணம். அது மட்டுமின்றிக் கடல் தாவரங்களில் குறிப்பாகக் கடற்பாசிகளில், புரதமும், வைட்டமின் களும், கனிமப் பொருள்களும் ஏராளமாக இருப்ப தால், பிற நாடுகளில் இவை நேரடியாகவே உண வாக உண்ணப்படுகின்றன. ஆடுமாடுகட்கும் கோழி கட்கும் தீவனமாகக் கூடப் பயன்படுகின்றன.

கடல் தாவரங்களில் பல பாசிகள் உள்ளன. அவற் றின் சிவப்பினப் பாசிகளிலிருந்து அகார் பெறப்படு கின்றது. இப்பாசிகள் ஓத இடைப்பரப்பிற்குள் (Intertidal zone) அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் **ஜெலீடியம்** (Gelidium), **ஜெலீடியல்லா** (Gelidiella), **கிராஸிலேரியா** (Gracilaria), **ஜைஜார்டினா** (Gigartina), **கோண்ட்ரஸ்** (Chondrus) **பில்லோ போரா** (Phyllophora) ஆகிய சிறப்பு நிறப் பாசிகள் முக்கியமானவை.

நம் நாட்டில்

ஜெலீடியல்லா அஸிரோசா (Gelidiella acerosa)

கிராஸிலாரியா கிரஸ்ஸா (Gracilaria crassa)

கிராஸிலாரியா வெர்ருகோசா (Gracilaria verrucosa)

கிராஸிலாரியா கார்டிகேடா (Gracilaria corticata)

கிராஸிலாரியா ஃபோலிபெரா (Gracilaria foliifera)

போன்ற பாசிகள் அகார் தாயாரிப்பில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

அகார் அகார் கூழ் (Jelly) போன்றதாகும். இது மேற்கூறப்பட்ட பாசிகளின் செல்சுவர்களில் உள்ள செல்லுலோஸ் (Cellulose) என்ற பொருளுடன் ஒரு பல்கரிச் சர்க்கரைப் பொருளாக (Polysaccharide) அமைந்துள்ளது. இதில் அகாரோஸ் (Agarose), அகா ரோபெக்டின் (Agaropectin) எனும் இரு பொருள்கள் அடங்கி உள்ளன. அகார் குளிர்ந்த நீரில் கரைவ தில்லை. ஆனால் கொதி நீரில் கரையும் தன்மையுடை யது. 35°C முதல் 58°C வரையிலும் உள்ள வெப்ப நிலையில் திடப் பொருளாக இருக்கும். 80°C முதல் 100°C வரையிலும் உள்ள வெப்ப நிலையில் உருகிடும் தன்மையுடையது.

பலன் பல தரும் அகாரைச் சிவப்பினப் பாசிகளி லிருந்து மிக எளிதாகப் பிரித்தெடுக்கலாம். அகார் உள்ள சிவப்பினப் பாசிகளைக் கடலிருந்து எடுத்து, தூய்மைப்படுத்தி, சூரிய ஒளியில் உலர வைத்துப் பின்னர் அதிக அழுத்தத்தில் இதனைக் கொதி நீரில் பிரித்தெடுக்கின்றனர். இறுதியில் இந்நீரை வடிகட்டிக் குளிர வைத்துக் கூழாக மாற்ற வேண்டும். மேலும் இரு தினங்களுக்கு அதிகக் குளிரூட்டிப் பின் வெப்பமூட்டி உருகச் செய்து நீரையும் நீரில் கரைந் துள்ள வேண்டாப் பொருள்களையும் நீக்கி விடலாம். இவ்வாறு தூய்மைப் படுத்தப்பட்ட அகாரைத் துண் டாக்கி உலர வைத்து வெளிரச் செய்து பயன்படுத்த லாம்.

அகாரின் பயன்கள் எண்ணற்றவை. முக்கியமாக, நுண்ணுயிரிகளைச் சோதனைச் சாலைகளில் ஏற்ற ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். நீரிழிவு நோயால் (Diabetes) பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்காகப் பரிந்துரைக் கப்பட்டுத் தயாரிக்கப்படும் உணவில் இது சேர்க்கப்படு கின்றது. பனிக்குழைவு (Ice cream), புட்டிங் (Pudding), பழக்குழைவு (Fruit salad), சாறு (Soup) ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கும் பொழுது ஒரு திடப்படுத்தும் பொருளாக (Stabilizer) அகார் சேர்க்கப்படுகிறது.

இதே போன்று அழகுப் பொருள்கள் (Cosmetics), முகப்பூச்சு (Face creams), போட்டோ பில்ம் (Photo film), தோல் பூச்சுப் பொருள்கள் (Shoe polish) தயா ரிப்பிலும் அகார் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவை மட்டு மன்றி இறைச்சி, மீன்களைப் பதப்படுத்துதல், நூல் இழைகளை நேராக்கல், காகிதங்கட்குப் பளபளப் பேற்றுதல் ஆகியவற்றிற்கும் அகார் பயன்படுகின்றது. மருத்துவத்திலும் இதன் பயன் சிறப்பானதாகும். கிளி சரினுக்கு மாற்றுப் பொருளாகவும், களிம்பின் தளப் பொருளாகவும் (Ointment base), புண்களை ஆற்று வதற்கும், குழிகைகளின் (Capsule) மேல் உறையா கவும், மேலும் இரத்தத்தை உறைய வைப்பதற்கும் இது பயன்படுகின்றது. இதோடன்றி பல் கட்டுவதற்கு முன்பாகப் பற்பதிவினை எடுத்துக் கொள்ளப் பயன் படும் கலவைக்கும் (Dental impression compound) இதனைப் பயன்படுத்துகின்றனர். மதுபானத் தயா ரிப்பில் ஒரு தூய்மைப்படுத்தும் பொருளாகவும் அகார் (Cleaning agent) பயன்படுகின்றது.

அகார் பெறப்படும் இக்கடற்பாசிகளைக் 'கடலிலேயே பயிர்' செய்யும் (Mariculture) முறை ஜப்பான், தாய்லாந்து, இந்தோனீசியா, கொரியா ஆகிய நாடு களில் கடைப்பிடிக்கப்படுகின்றது. இந்தியாவில் கிராஸிலாரியா எடுலிஸ் (Gracilaria edulis) எனும் அகார் தரும் தாவரம் கடற்கரையோரத்தில் பயிர்

செய்யப்படுகின்றது. ஓத இடைப்பரப்பில் கம்பங்களை நட்டு அவற்றில் நீண்ட கயிறுகளைக் கட்டுகின்றனர். கயிறுகளில் உள்ள பிரிகளுக்கிடையே சீரான இடைவெளிகளில் இப்பாசியின் சிறு துண்டுகளைச் செருகுகின்றனர். இத்துண்டுகள் கடல் நீரிலுள்ள ஊட்டச் சத்தினை எடுத்துக் கொண்டு வளர்ந்து மூன்று மாதங்களில் தயாராகின்றன. கிட்டத்தட்ட மூன்று முதல் ஐந்து கிலோ கிராம் எடையுள்ள பாசியினைக் கயிற்றில் ஒவ்வொரு மீட்டர் நீளத்திலும் வளர்க்கலாம் எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இதே போன்று **ஜெலீடியல்லா அஸிரோஸா** (Gelidiella acerosa), ஹிப்னியா மஸ்கிபார்மிஸ் (Hypnea musiciformis) ஆகிய சிவப்பினப் பாசிகளையும் கடற்பயிர்களாகக் கயிற்றில் வளர்க்கும் முயற்சிகள் நம் நாட்டில் முத்துராமலிங்க மாவட்டத்திலுள்ள மண்டபத்திற்கருகே மேற்கொள்ளப்பட்டுவருகின்றன.

எல்.க.

நூலோதி

1. **F.E. Round**, *The Biology of the Algae* Edward Arnold (Publishers) Ltd. London. 1965.
2. **V.J. Chapman**, *Seaweeds and their uses*, Methuen and Co., Ltd., London. 1970.
3. **H.D. Kumar and H.N. Singh**, *A Text-Book on Algae*. The Macmillan Press Ltd., London and Basingstoke. 1979.
4. **C.J. Dawes**. *Marine Botany*, John Wiley and Sons, New York. 1981.

அகிரிகோலா ஜார்ஜியஸ்

''கனிம இயலின் தந்தை'' (father of minerology) என்றும், ''புவிப்பொதி இயலின் முனைவர்'' (pioneer in geology) என்றும் போற்றப்படும் செருமனி நாட்டு அறிவியல் அறிஞர் ஆராய்ச்சியாலும் வளர்ச்சியாலும் அறிவியல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறதேயன்றி, அப்பாலைச் (metaphysical) சிந்தனைகளால் உருவாக்கப்படுவதில்லை என உணர்ந்த இயற்கை அறிவியலார்களில் முன்னோடியாகத் திகழ்ந்தவர்.

அகிரிகோலா ஜார்ஜியஸ்

இவர் 1494ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்களில் 24ஆம் நாளன்று பிறந்தார். அகிரிகோலா ஜார்ஜியஸ் என்ற பெயர் ''ஜார்ஜ் பாயர்'' என்ற இவரது இயற்பெயரின் இலத்தீன் வடிவமாகும்.

1514இல் இருந்து 1518 வரை இவர் பழஞ்செம்மொழி இலக்கியம் (Classical literature), தத்துவம், மொழியியல் (Linguistics) ஆகிய பாடங்களை இலெப்சிக் (Leipzig) பல்கலைக் கழகத்தில் பயின்றார். அப்போது அந்தக் காலத்து வழக்கப்படி அவர் தமது பெயரை இலத்தீன் வடிவில் அமைத்துக் கொண்டார். 1518இல் இருந்து 1522 வரை சுவிக்கா (Zwickau) என்னும் பள்ளியில் இலத்தீனையும் கிரேக்கப் பாடங்களையும் கற்றுத் தந்தார். பின்னர் அவர் இலெப்சிக்குக்குத் திரும்பி மருத்துவம் படிக்கத் தொடங்கினார். ஆனால் அங்கு நடந்த இறையியல் சண்டைகளால் பல்கலைக் கழகம் சரிவர நடக்காததால் அவரால் தொடர்ந்து அப்படிப்பை மேற்கொள்ள முடியவில்லை. காலம் முழுவதும் கத்தோலிக்கக் கிறித்தவராக இருந்த இவர் நல்லதொரு சூழ்நிலை நிலவிய இத்தாலி நாட்டுக்கு 1523இல் சென்றடைந்தார். அங்கு இவர் மருத்துவம், இயற்கை அறிவியல், தத்துவம் ஆகிய பாடங்களைப் பலோக்னா (Bologna), பாடுவா (Padua) ஆகிய இடங்களில் கற்றார். வெனிஸ் (Venice) நகரத்தில் தமது மருத்துவ ஆய்வகப் படிப்புகளை முடித்தார்.

வெனிஸ் நகரத்தில் அல்டைன் (Aldine) அச்சகத்தில் 2 ஆண்டுகள் பணி புரிந்து ''காலென்'' (Galen) என்பவரின் மருத்துவ நூல் தொகுப்பைத் தயாரித்தார். இது 1525இல் வெளியிடப்பட்டது. இந்தப் பணியில் இவர் தாமஸ் மூர் (Thomas More) மற்றும் அவருடைய செயலாளர் ஆக இருந்த ஜான் கிளமண்ட் (John Clement) என்பவருடன் இணைந்து செயல்பட்டார். மூரினுடைய ''கற்பனை வாதம்'' (உட்டோப்பியா) என்ற நூல் இவரைப் பெரிதும் கவர்ந்திருக்கவேண்டும். இது இவர் சாக்சன் (Saxon) சுரங்க மாவட்டத்தில் இருந்தபோது சட்டத்தையும் சமூக வழக்கங்களையும் படிக்க உதவியது. உடலியலில் மாபெரும் அறிஞரான எராஸ்மஸைச் (Erasmus) சந்தித்து அவரது நண்பர் ஆனார். எராஸ்மஸ் அக்ரிகோலாவைப் பல நூல்கள் எழுதும்படி தூண்டிவிட்டார். இவர் எராஸ்மஸின் நூல்கள் பலவற்றை வெளியிட்டார். அகிரிகோலாவின் கனிம இயல் நூலான பெர்மான்னஸ் (Bermannus) என்ற நூலுக்கு எராஸ்மஸ் முன்னுரை எழுதினார். அக்ரிகோலா, மூரும், பிற மூன்று அறிஞர்களுடன் மட்டுமே இம்மதிப்பைப் பெற்றார்.

1526இல் இவர் சாக்சனுக்குத் திரும்பி அங்கு 1527 முதல் 1533 வரை ஜோக்கிம்ஸ்தால் ((Jochimsthal) என்ற நகரில் நகர உடலியல் மருத்துவராகப் பணி புரிந்தார். இந்த நகரம் ஐரோப்பாவில் உள்ள உலோகக் கனிமங்கள் செறிந்த சுரங்கங்கள் நிறைந்த ஒரு மாவட்டத்தில் உள்ளது. கனிமங்களில் இருந்து புதிய மருந்தினங்களைக் கண்டறிய அந்த மாவட்டம் முழுவதும் உள்ள பல்வேறு சுரங்கங்களுக்கும் உருக் காலைகளுக்கும் சென்று, நன்கு கல்வி கற்ற சுரங்க இயலாளர்களுடனும் பழகினார். சுரங்க இயலின் பழைய நூலாசிரியர் எழுதிய நூல்களை எல்லாம் கற்றறிந்தார். இந்தப் பழக்கம் இவருடைய பிற்கால வாழ்க்கையையும், நூல்களையும் உருவாக்க உதவியது. பெர்மான்னஸ், சிவே டி ரி மெட்டாலியா என்ற இவருடைய நூல்களில் இந்த அறிவு சுடர்விட்டுத் தெறிப்பதைக் காணலாம்.

இவருடைய நூலில் சுரங்கத்தொழில் நோய்கள் பற்றிய பல குறிப்புகளைக் காணலாம். இவர்மிகத்தலை சிறந்த உடலியல் மருத்துவராகச் செயல்பட்டதால் 1532இல் செம்நிட்ஸ் (Chemnitz) நகரின் நகர உடலியல் மருத்துவர் ஆகி வாழ்நாள் முழுவதும் பணி புரிந்தார். இவர் கீழ்க்கண்ட பெயர் பெற்ற நூல்களை எழுதினார். அவை, டி ரி மெட்டாலியா (De re Metallia) 12 பகுதிகள், (சுரங்க இயல், உலோக இயல், புவிபொதி இயல் பற்றியவை), டி நேச்சுரா ஃபாசிலியம் (De Natura Fossilium) 10 தொகுதிகள் (கனிம இயல் பற்றியன), டி ஆர்டுயட் காளிஸ் சப்டெரான்யி ஓரம்-5 தொகுதிகள் (புவிபொதி இயல் பற்றியன) என்பனவாகும்.

இவர்தம் 52ஆவது வயதில் பொது வாழ்க்கையில் பர்காவாக (நகரமன்ற உறுப்பினர்) ஈடுபடத் தொடங்கினார். பின்னர் செம்நிட்ஸ் நகர பர்கோமாஸ்டராக (நகரத் தலைவர்) உயர்ந்தார்.

அமெரிக்கச் சுரங்கப் பொறியாளர் ஹெர்பர்ட் ஹூவர்(பின்னர் அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டுக் குடியரசுத் தலைவர் ஆனவர்) இவருடைய டி ரி மெட்டாலியா என்ற நூலை 1912இல் மொழி பெயர்த்தார். அறிவியலின் செய்முறை அணுகு முறையைக் (experimental approach) கண்டுபிடித்த முன்னோடி அக்ரிகோலாதான் என இவர் தமது நூலில் பாராட்டி எழுதி உள்ளார்.

நூலோதி

Encyclopaedia Britannica, Micropaedia, Vol 1, 16th edition, *Encyclopaedia Britannica Inc., Chicago*, 1985.

அகில் மரம்

இதற்குத் தாவரவியலில் **அக்குவிலேரியா அகல்லோச்சா** (Aguilaria agallocha) என்று பெயர். இது ஒரு பூவிதழ் வட்டத்தையுடைய (Monochlamydeae) இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான தைமீலியேசி (Thymelaeaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இது அஸ்ஸாம், பர்மா, சில்ஹட் (Sylhet), சச்சார் (Cachar), மெர்குவி (Mergui), டௌங்கோ (Toungoo)வின் கிழக்கு மலைகள் ஆகிய பகுதிகளில் காணப்படுகின்றது. இங்கிருந்து தென் கிழக்கு ஆசியா வழியாகப் பிலிப்பைன்ஸ் வரை பரவியிருக்கின்றது. இது கழுகுக்கட்டை (Eagle wood) மரம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கு அகர் என்ற மறுபெயருண்டு.

சிறப்புப் பண்புகள். இது இலையுதிராததும் (Evergreen), 20—24மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடியதுமான ஒரு மர இனமாகும். 2—3 மீ. சுற்றளவைப் பெற்றிருக்கும். இதன் இலைகள் மெல்லியவை; பளபளப்புடன் கூடியவை; நுனி நீண்டு கூர்மையாக இருக்கும் (Caudate acuminate); துணை நரம்புகள் (Secondary nerves) ஒல்லியாகவும் இணைப்போக்கிலமைந்த (Parallel) பல குறுக்கு நரம்புகளைப் பெற்றும் இருக்கும்; இலைகள் மாற்றடுக்கு இலையமைவு (Alternate phyllotaxy) உடையவை. மலர்கள் வெண்ணிறமானவை; பல மலர்களைக் கொண்ட குடைமஞ்சரியில் (Umbel) அமைந்திருக்கும்; மலர்க்காம்புகள் (Pedicels) ஒல்லியானவை; மஞ்சரிக்காம்பு (Penduncle) குட்டையாகவோ, இல்லாமலோ இருக்கும். பூவிதழ் வட்டத்தின் (Perianth) வெளிப்பரப்பு பட்டுப் போன்றும் (Silky), அதனுட்புறம் கேசங்களை அடர்த்தியாகப் பெற்றும் இருக்கும். கனிகள் ஏறக்குறைய வெல்வெட் (Velvet) போன்றும், தலைகீழ் முட்டைவடிவத்துடனும் (Obovoid) இருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. முதிர்ந்த மரத்தின் கட்டைப் பகுதியிலிருந்து ஒரு மரப்பிசின் (Resin) வெளிவரும். சந்தனக்கட்டைக்கொப்பான மணம் இதற்குண்டு. இதைச் சேகரிக்க மரத்தை வெட்டித் துண்டாகப் போடுவார்கள். கடைகளில் இது சிறு துண்டுகளாகவும், குச்சிகளாகவும் விற்கப்படுகிறது. இந்து ஆலயங்களில் இதைச் சாம்பிராணிக்குப் பதிலாக புகைப்பார்கள். மரத்தை நீரில் கொதிக்க வைத்துப் பிறகு அதிலிருந்து அத்தர் (Agar-attar) என்ற நறுமண எண்ணெய்ப் பொருளைப் பிரித்தெடுப்பார்கள். மரக்கட்டைகள் வெண்மையாகவும், இலேசாகவும் இருப்பதால் இவை ஆபரணங்கள் வைக்க உதவும் பெட்டிகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. அஸ்ஸாமில் இந்த மரத்தின் பட்டைகள் (Barks) புத்தகங்களுக்கு உறையிடப் பயன்படுகின்றன. ஆசிய நாடுகளில் இதன் நறுமணமுள்ள மரப்பிசின் இதயத்திற்குக் கிளர்ச்சியூட்டும் மருந்தாகவும் (Cardiac stimulant), வயிற்று உப்புசத்திற்கு மருந்

தாகவும் (Carminative) கருதப்படுகிறது. மகோதரம் (Gout), மூட்டு வாதம் (Rheumatism), முடக்குவாதம் (Palsy), தலை சுற்றல் (Vertigo), வாந்தி (Vomitting), பேதி (Diarrhoea) ஆகியவற்றிற்கு மருந்தாகவும் பயன்

அகில் மரம்

1. மிலார். 2. பூ 3. குற்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 4. பூவின் விரிப்புத் தோற்றம் 5. மகரந்தத் தாள் சிதல்கள் 6. மகரந்தத் தாள்.

படுகிறது. காய்ச்சலால் ஏற்படும் தாகத்தை அடக்க இதன் சாறு உதவுகிறது. அகர்த்தூள் துணிகளுக்கும், தோலுக்கும் பூச்சிகளிலிருந்து பாதுகாப்பளிக்கின்றது. இதன் நார்கள் நிறைந்த பட்டையிலிருந்து காகிதம் தயாரித்து அஸ்ஸாமில் பல ஆண்டுகளாகப் பயன் படுத்தி வருகிறார்கள்.

ந.இ.

நூலோதி

Brandis D. *Indian Trees.* P. 767, Constable Co. Ltd., London, 1920.

Hooker, J.D. *in Hook. f.* Fl. Br. Ind. V.p.199, 1886.

The Wealth of India. Vol. I. p. 253. CSIR Publ. New Delhi. 1948.

அகூட்டி

நடு தென் அமெரிக்கப் பகுதிகளில் அடர்ந்த காடு களில் வாழும் கொறிக்கும் விலங்கு. இரவில் வெளியில் நடமாடும். பகல் பொழுதில் மரப்பொந்துகளிலும் பாறைகளுக்கிடையில் தோண்டப்பட்ட குழிகளிலும் மரங்களின் வேர்களுக்கிடையிலும் பதுங்கிக் கிடக்கும். தரையடிப் பொந்தில் தனித்தோ குடும்பமாகவோ வாழ்கின்றது. இது டாசிபுரோக்டா (Dasyprocta) என்னும் பொதுவினத்தைச் சேர்ந்தது.

அகூட்டியின் (Agouti) உடல் 3 அடி (90 செ.மீ.) நீள முடையது. உடல் முழுவதும் செம்பழுப்பு, கரும் பழுப்பு நிற மயிர்கள் நிறைந்துள்ளன. பின் பகுதி யிலுள்ள மயிர்கள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தவை. இதன் தலை, எலியின் தலையையொத்தது. காதுகள் சிறி யவை; கால்கள் மெலிந்து நீண்டவை; மிகவும் சிறிய மயிர்களற்ற வாலையுடையது. முன்னங்கால்களில் ஐந்து விரல்களும் பின்னங்கால்களில் மூன்று விரல்களும் உள்ளன. அனைத்து விரல்களிலும் குளம்பு போன்ற கூர்மையான நகங்கள் காணப்படுகின்றன.

இது தாவரங்ளின் இலைகள், கனிகள், வேர்கள், ஆகியவற்றைக் கொறித்து உண்ணும் இயல்புடையது. அரிதாகத் தரையில் கூடுகட்டும், பறவைகளின் முட்டை களை உண்ணும். குறிப்பிட்ட இடங்களில் தரைக்கு அடியில் பள்ளம் தோண்டி உணவுப் பொருள்களைச் சேமித்து வைப்பதுண்டு.

பெண் அகூட்டி ஒரு முறைக்கு இரண்டு முதல் ஆறு குட்டிகள் வரை ஈனும். இதன் கரு வளர்காலம் (Gestation period) மூன்று மாதங்கள். நன்கு வளர்ச்சி யடைந்த நிலையில் பிறக்கும் குட்டிகள் உடல் முழு வதும் மயிர்கள் நிறைந்தும் நன்கு திறந்த கண்களுடனும் காணப்படுகின்றன. பிறந்த ஒரு மணி நேரத்தில் இவை நன்கு ஓடியாடுகின்றன. தங்களைத் தாங்களே காத்துக் கொள்ள இயலுமென்றாலும் பெற்றோருடன் சில வாரங்கள் வாழ்கின்றன.

அகூட்டி அச்சுறுத்தப்படும் போது முதலில் எளிதில் கண்டுபிடிக்கப்பட முடியாதவாறு அசைவற்று, ஆனால் விரைந்து ஓடுவதற்கு ஆயத்தமாக அமர்ந்து கொள் கிறது. இடையூறு நெருங்கினால் கூச்சலிட்டுக் கொண்டே அனைத்துத் தடைகளையும் தாண்டி வியத் தகு வேகத்தில் ஓடித்தப்புகிறது.

அகூட்டிகள் சிங்கம், ஜாகுவர் (Jaguar) போன்ற வனவிலங்குகளாலும் மனிதர்களாலும் வேட்டையாடப் படுகின்றன. கரும்பு, வாழைத் தோட்டங்களுக்கு அதிக சேதம் விளைவிப்பதால் இவை அதிகமாகக் கொல்லப்படுகின்றன. இவற்றைப் பிடித்து உண்ணும் விலங்குகளிடமிருந்து தப்புவதற்குத் தங்களின் வெகு வேகமாக ஓடும் ஆற்றலையே இவை சார்ந்துள்ளன. எதிரிகளிடமிருந்து காத்துக் கொள்ள இவை பதுங்கி மறைவதை விட்டு, நீண்ட கால்கள், குளம்பு போன்ற கூரிய நகங்கள் ஆகியவற்றின் உதவியால் விரைந்து ஓடித் தப்பித்துக்கொள்கின்றன.

அகூட்டி

அகூட்டி இருபது ஆண்டுகள் உயிர் வாழுமென்றாலும் பொதுவாக இதன் சராசரி வாழ்நாள் ஆறு வருடங்கள்.

நூலோதி

1. *World Book* : 1 : 132
2. *Encyclopaedia* Britannica — Micropaedia- 1 : 142
3. The International Wildlife Encyclopaedia 1 : 21.

அங்க அடையாளம்

அங்க அடையாளம் என்பது (Personal identity) ஒரு மனிதனின் தனித்த சிறப்புகளை வைத்து அடை யாளம் காண்பது ஆகும். அங்க அடையாளம் காண்பது குற்றப்பிரிவு காவல் துறையினர், உயிரோ டிருப்பவர்கள் குற்றம் சாட்டப்பட்டுக் கற்பழிப்பு, கொலை, வன்செயல் ஆகிய குற்றம் புரிந்தவர் களையும், விபத்தில் மயக்கமுற்றோரையும், இறந்த உடலையும் அடையாளம் காணவும் தேவையாய் இருக்கிறது. இப்பொழுது உரிமை நீதிமன்றங்களில் (civil courts) ஆயுட் காப்பீட்டுத் தொகையைப் பெறவும், விடுபட்ட ஓய்வூதியத்தைப்பெறவும், அங்க அடையாளங்களை முக்கியமாகக் கவனிக்கிறார்கள். உயிருள்ளவரின் அங்க அடையாளங்களை அவரது அனுமதியின்றி யாரும் கணக்கில் கொள்ளக் கூடாது,

இறந்த உடல் அழுகுவதாலும், பறவைகள் கொத் துவதாலும், குற்றவாளிகள் பிணத்தை விரைவில் புதைப்பதாலும், தீக்காயங்களால் ஏற்பட்ட இறப் பாலும் உடலை அடையாளம் காண்பது கடின மானாலும், அடையாளம் காண வேண்டியது அவசிய மாகும்.

கீழே குறிப்பிட்டுள்ள குறிப்புகள் அடிப்படையில் அங்க அடையாளத்தைக் காணல் மிகவும் எளிதாகும்.

1.	இனம்	— Race
2.	பால்	— Sex
3.	வயது	— Age
4.	நிறம், உடல் தோற்றம்	— Complexion and features
5.	மயிர்	— Hair
6.	மானிட உடல் அளவை	— Anthropometry

7.	அடிச்சுவடுகள்	— Foot prints
8.	அங்க ஊனம்	— Deformities
9.	தழும்புகள்	— Scars
10	பச்சைகுத்திய அடையாளம்	— Tattoo-marks
11.	தொழில் அடையாளம்	— Occupation marks
12.	கையெழுத்து	— Handwriting
13.	உடைகள்-அணிகலன்கள்	— Clothes & ornaments
14.	குரலும்-பேச்சும்	— Speech & voice
15.	நடை	— Gait
16.	பழக்கங்களும் நுட்பப் பழகுமுறையும்	— Tricks of manners & habit
17.	அறிவாற்றல், நினைவாற்றல், கல்வித் தகுதி	— Mental power, memory & education
18.	டாக்டர் சீனிவாசனின் அடையாளங் காணும் புறமுறைகள்	— Dr. Srinivasan's New Method of Identification
19.	அடையாளம் காணத் தேவையான ஒளி	— Amount of Illumination required for identification

கீழே காணும் அடையாளங்களைக் கொண்டு இந்திய நாட்டில் இந்துக்கள் - இஸ்லாமியர்கள் என்று அடையாளம் காணலாம்.

	இந்து ஆண்	இஸ்லாமிய ஆண்
1.	ஆண்குறி முனைத்தோல் இருக்கும் (Not circumcised)	ஆண்குறி முனைத்தோல் வெட்டப்பட்டிருக்கும் (யூதர்களுக்கும் பொருந்தும்)
2.	நெற்றியில் பச்சை குத்தியிருக்கும் அல்லது மஞ்சள் சிவப்பு, வெள்ளைச் சாயம் ஏற்றப்பட்டிருக்கும் (Red, yellow & white paints, tattoo, marks over forehead)	பச்சை குத்தியிருக்காது
3.	சிலர் கழுத்தில் உத்திராட்சம் கட்டியிருப்பார்கள். (Rudraksh or Tulsi necklace)	இல்லை
4.	சிலர் பூணூல் அணிந்திருப்பர்	பூணூல் இல்லை
5.	தலைமுடி, முழுக்குடுமி, சில முடிகள் உள்ள குடுமி முன் கபாலம் - மொட்டை	பெரும்பாலும் மொட்டை சிலர் முறையாக வெட்டியிருப்பர்
6.	காது குத்தப்பட்டிருக்கும் (Ear lobules pierced)	காது குத்தியிருக்காது
7.	கை கால்களில் மருதாணிச் சாயம் ஏற்றியிருப்பார்கள் (Henna stain)	சாயம் இருக்காது
8.	உடலில் இந்து தெய்வங்களின் பச்சை குத்தப்பட்டிருக்கும். கால்களில் சூடு புள்ளிகள் போடப்பட்டிருக்கும். குறிப்பாக மலையின மக்களிடம் காணப்படும்.	இல்லை
9.	இடுப்பில் கயிறு கட்டப்பட்டிருக்கும் (அரை நாண்)	இல்லை

இந்துப் பெண்கள்	இஸ்லாமியப் பெண்கள்
1. கண்ணிமை இடைவெளி (Between eye brows), முன்கை முன்பக்கம் (Front of fore arm), புறங்கை (dorsum of hand) மார்பு (chest) ஆகிய பகுதிகளில் பச்சை குத்தியிருக்கும்	இஸ்லாமியத்திற்கு மாறி வந்த பெண்களைத் தவிரப் பிறவி இஸ்லாமியப் பெண்களில் பச்சை குத்தி இருக்காது
2. இடது மூக்குக் குத்தியிருக்கும். சிலர் மூக்குச் சுவரில் (Nasal Septum) ஓட்டை போட்டிருப்பர்	மூக்குச் சுவரில் ஓட்டை இருக்கும். இளம் வயதினருக்கு இடது மூக்கு குத்தியிருக்கும்
3. காது மடலில் வளையம் போடச் சில ஓட்டைகள் இருக்கும் (Openings along helix)	பல ஓட்டைகள் வரிசையாக இருக்கும்
4. சுமங்கலிப் பெண்ணின் நெற்றியில் சிவப்புச் சாயப் பொட்டும், முடி வகிட்டில் வண்ண ஏற்றமும் இருக்கும்	இல்லை
5. வங்கத்தில் இடது கையில் இரும்பு வளையமும் (Iron wristlet), மராட்டியத்தில் தந்தக் காப்பும் (Ivory churis), உத்தரப்பிதேசத்தில் கண்ணாடி வளையல்களும் (Glass bangles) அணிந்திருப்பர்	சில கண்ணாடி வளையல்கள் மட்டுமே
6. விதவைகள் - தலைமுடி மொட்டையடிக்கப் பட்டும், வெள்ளாடை உடுத்தியும் இருப்பர்	இல்லை
7. காலில், காலணி அணியாததால் விரல்கள் விரிந்தும், விரல்களில் வெள்ளி மெட்டியும் இருக்கும் (Bichawas)	இல்லை
8. பஞ்சாபியர்களைத் தவிர மற்றவர்கள் கால் சட்டை (Trousers) அணிவதில்லை	கால்சட்டை அணிந்திருப்பர்
9. மங்கல நாண் (கயிறு) சங்கிலி அணிந்திருப்பர்	கறுப்பு மணி
10. வழக்கமான உடை	பர்தா (வெண்ணிற முக்காடு)
11. சேலை, ரவிக்கை	கைலி, சட்டை (பெரும்பாலும்)

எலும்புக் கூட்டின் இன அடையாளம் காணுதல்

1. கபாலம்-வட்டம் (skull rounded)	சதுரம் (square)	நீண்டு குறுகியது
2. நெற்றி உயர்ந்து காணப்படும் (forehead raised)	சரிந்து காணப்படும் (inclined)	சிறிது நெருக்கப்பட்டு இருக்கும் (compressed)
3. முகம்—உடலுக்கேற்றதாக இன்றிச் சிறியதாகக் காணப்படும் (Proportionately small)	பெரிது, தட்டையானது, மேல் தாடை (Maxilla) துருத்திக் கொண்டிருக்கும்	மேல்தாடை, தாடை எலும்புகள் பெரியவையாகவும், பற்கள் சாய்ந்தும் இருக்கும் (oblique)
4. கைகள் குறையாக இருக்கும் (Upper extremities)	சிறியது	அங்கை (Palms) சிறிது, முன்கை உடலுக்கு ஏற்றாற்போல் இல்லாமல் நீண்டு இருக்கும்
5. கால்கள் வழக்கம்போல் இருக்கும் (Normal)	சிறியது	தொடையைவிடக் கால் நீண்டும், பாதம் விரிந்தும், தட்டையாகவும் இருக்கும்

இனத்தைக் கபாலக் குறியீடு என்ற முறையிலும் (Cephalic index) அடையாளம் காணலாம்,

கபாலத்தின் குறுக்கு அகலத்தை நூறால் பெருக்கி, கபாலத்தின் முன்னிலிருந்து பின் நோக்கிய நீளத்தால் வகுத்தால் கபாலக் குறியீடு கிடைக்கும். இக் குறியீடு 70-க்கும், 74.9-க்கும் இடைப்பட்டதானால் அபாரிஜன்-ஆரியன் (Aborigines-Aryans) இனம் அல்லது நீளக் கபாலம் (Dolicho-Cephalic) என்றும்; 75-க்கும் 80க்கும் இடையில் இருந்தால் மெசாட்டி கபாலம் (Mesati-Cephalic) என்றும்; (இவர்கள் ஐரோப்பியர்கள், சீனர்கள் இனத்தவராவர்),80-க்கும், 84.9-க்கும் இடையிலிருந்தால் சிறு கபாலம் (Brachy-Cephalic) என்றும் (இவர்கள் மங்கோலியர் இனத்தவராவர்) உடலின் நீளத்தையும் எலும்புகளையும் கொண்டு குறியீடு கணக்கிட்டும், அங்க அடையாளம் காணலாம்.

பால்

வாரிசு, சொத்து விற்றல், திருமணம், கல்வி, ஆண்மையின்மை, கற்பழிப்பு ஆகிய வழக்குகளில் ஓர் உடலை எந்தப் பால் என்று அடையாளம் காண வேண்டியுள்ளது. நல்ல நிலையிலுள்ள உடலை என்ன பால் என்றறிவது எளிது. ஆனால் அலித்தன்மை, அழுகிய உடல், எலும்புக் கூடு இவற்றை வைத்துப் பாலை அறிவது கடினம். ஆண்-பெண் பால் வேறுபாடுகளைக் கீழே கண்டவாறு அடையாளம் காணலாம்.

ஆண் பெண் அங்க அடையாளங்களைக் காணும் பொழுது இடைப்பால் (Inter sex) என்று கூறப்படும் உடலமைப்புகளையும் அடையாளம் காண வேண்டியது அவசியமாகும். இந்நிலை கருவில் உடல் வளர்ச்சி பாதிக்கப்பட்டுச் சில உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடையாததால் ஏற்பட்ட ஊனம் ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக, மிகை வளர்ச்சி அடைந்த யோனிக்காம்பு (Clitoris), ஆண்குறி (Penis) ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று தவறாக அடையாளம் காணப்படும். அல்குல் பெருந்தசை (Labia majora), விந்துப்பை (Scrotum) ஆகியவை தவறாக அடையாளம் காணப்படலாம்.

இரு பால் சின்னங்கள் ஒருங்கே அமையப் பெற்றவர்கள் பேடு/பேடி (Hermaphrodite) எனப்படுவர்.

குறியீடு	இந்தியன்.	ஐரோப்பியன்	நீக்ரோ
1. கைக்குறியீடு (Brachial index) ஆர எலும்பின் நீளம் × 100 மேற்கை எலும்பு நீளம் (Humerus)	76.49	74.5	78.5
2. கால் குறியீடு (Crural index) டிபியாவின் நீளம் × 100 தொடை எலும்பின் நீளம் (Length of Femur)	86.49	83.3	86.2
3. கை, காலுக்கிடையிலான குறியீடு (Inter membral index). மேற்கை எலும்பின் நீளம் ஆர எலும்பின் நீளம் தொடை எலும்பின் நீளம் டிபியாவின் நீளம்	67.27	70.4	70.3
4. மேற்கை - தொடை குறியீடு (Humero–Femoral index) மேற்கை நீளம் × 100 தொடை நீளம்	71.11	69.0	72.4

இந்தியர்கள் குத்துக்காலிட்டுக் குந்தியிருக்கும் பழக்கம் உடையவர்கள் ஆதலால் தொடை எலும்பின் எலும்பு மேடுகளிடையிலுள்ள (Inter condyloid) பள்ளம் சற்று ஆழமாக இருக்கும். இதற்குக் காரணம், இவர்கள் கால்களை மடக்கிக் குந்தும் பொழுது குறுக்கு நாண் (Cruciate ligament) இப்பள்ளத்தை அழுத்துவதேயாகும்.

பேடுகளுக்கு அண்டமும் விரையும் தனித்தனியாக வோ சேர்ந்தோ காணப்படும் (Separate ovary & testis or as an ovo testis). துணைப் பாலின உறுப்புகள் மாறுபட்டுக் காணப்படும்.

படம் (அ) 22 வயது ஆணின் இடைப்பால் உறுப்பு (Intersex)

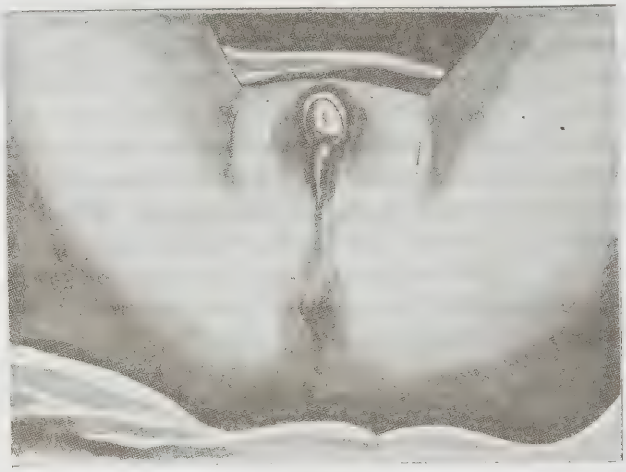
கிளினிஃபெல்ட்டர் நோய்த் தொகுப்பு (Kline Felter's Syndrome)

இந்நோய் உடையவர்கள் இயற்கையான வெளித் தோற்றத்தை உடையவர்களாகக் காட்சி அளிப்பர்; ஆனால் அலியாகவும், தாடியோடும், மார்பு பெருத்தும், சிறிய அல்லது இயற்கையான ஆண் உறுப்போடு, குரல் தடித்தும், விந்துப்பை மிகச் சிறிய தாகவும், பாலுணர்வில் சிறிதே விருப்பம் கொண்ட வராகவும் இருப்பர். இப்படிப்பட்ட உடலமைப்பு களை ஆய்வு செய்யும்பொழுது, வெளிப்புறப் பாலின உறுப்புகளைப் பற்றிய விரிவான ஆய்வுகளோடு, பாலின உள்ளுறுப்புகளையும் (Internal genitalia) நன்றாக ஆய்வு செய்து அடையாளம் காண்பது முறையாகும். அண்டகம் (Ovary), விரை (விந்தகம்) (Testis) ஆகிய உறுப்புகளின் திசு ஆய்வையும் செய்ய வேண்டும்.

பாலின மறைவு (concealed sex)

சிலர் தங்கள் உடலை அலங்கரிப்பதன் மூலமும் உடை மூலமும், மாறு பாலினத் தோற்றத்தை அளிப்பர். நாட்டியக்காரர்கள், குற்றம் புரிவோர், அலிகள் இவ்வாறு செய்வர். இவர்களை அடையாளம் காண, ஆடையை நீக்கி உடல் ஆய்வு செய்ய வேண்டும்.

சிதைந்து அல்லது அழுகிய உடலை அடையாளம் காணல் (Decomposed Bodies). இத்தகைய உடலை அடையாளம் காண வேண்டுமானால், கருப்பை (Uterus), புராஸ்டேட் சுரப்பி (Prostate gland) ஆகிய உறுப்புகளை வைத்துப் பாலின அடையாளம் காணலாம். இறந்த உடலில் மற்ற உடற்கூறுகள் அழுகும் காலத்தைவிட அதிக காலம் கழித்தே இவ்வுறுப்புகள் கெடும். கழுத்தில் உள்ள குரல்வளை (ஆதாம் ஆப்பிள்) எலும்பை வைத்தும் பாலின அடையாளம்



படம் (ஆ) 10 வயது பெண்ணின் இடைப்பால் உறுப்பு

காணலாம். பெண்பாலின 'குரோமாட்டின்' திசுக்களின் உட்கருவில் (Sex chromatin in the female nucleus) வெப்பம், நீர் ஆகியவற்றால் இவை 2-3 வாரத்திற்கு இறந்த உடலில் அழிக்கப்படாமல் இருக்கும் என்பதால், இவற்றை வைத்தும் அடையாளம் காணலாம்.

எலும்புக்கூடு

பருவமடையாத உடலை எலும்புக் கூட்டை வைத்துப் பாலின அடையாளம் காண இயலாது. பருவமடைந்த வயதினரானால் ஆண் எலும்புகளை விடப் பெண்ணுடல் எலும்புகள் சிறுத்தும், எடை குறைவாகவும் இருக்கும். தசைகளின் சொருகிடம் சிறப்பாகத் தெரியாது. பெண்களின் கபாலம் சிறுத்து எடை குறைவாகவும், கொள்திறன் ஆண்கள் கபாலத்தைவிட 10 விழுக்காடு குறைந்தும் இருக்கும். பெண்களின் முக எலும்பு, பல் தாடை எலும்பு ஆகியவை (Frontal air sinuses) ஆண்களைவிடப் பெண்களில் நன்கு வளர்ச்சியுற்றிரா. பெண்களின் மார்புக் கூடு (Thoracic cavity) ஆண்களுடையதைவிடக் குட்டையாகவும், விரிந்தும் இருக்கும். பெண்களின் நெஞ்செலும்பு (Sternum) குட்டையாகவும், இதன் மேல் விளிம்பு, மூன்றாவது மார்பு முதுகெலும்பின் (III-Thoracic vertebra) உடலின் அடிப்பாக மட்டத்திலும், ஆண்களின் முதுகெலும்பின் மேல் விளிம்பு இரண்டாவது மார்பு முதுகெலும்பின் அடிமட்டத்திலும் இருக்கும். பெண்களின் விலா எலும்புகள் மெலிந்தும், வளைவுப் பகுதி (curvature) பெரிதாகவும், விலா வளைவு (Costal arch) பெரிதாகவும் இருக்கும்.

ஆண் இடுப்பெலும்பை விடப் பெண் இடுப்பெலும்பு (pelvis) குழிந்தும் (shallow), அகன்றும் (wider),

வழுவழுப்பாகவும் (smooth), மெலிந்தும் (less massive) இருக்கும். ஆண்களின் இலியம் எலும்பை விட (Ilium), பெண்களின் இலியம் உருண்டு (rounded), சரிவு குறைந்தும் இருக்கும். ஆண்களின் சாக்ரம் (Sacrum) எலும்பைவிடப் பெண்களின் சாக்ரம் எலும்பு, குட்டையாகவும் (short) அகன்றும், கீழ்ப் பாதி முன்னோக்கி வளைந்தும் (Sharply curved forward) இருக்கும். ஆனால் ஆண் சாக்ரம் நீண்டும் குறுகியும், முழுப்பாகமும் வளைந்தும் இருக்கும்.

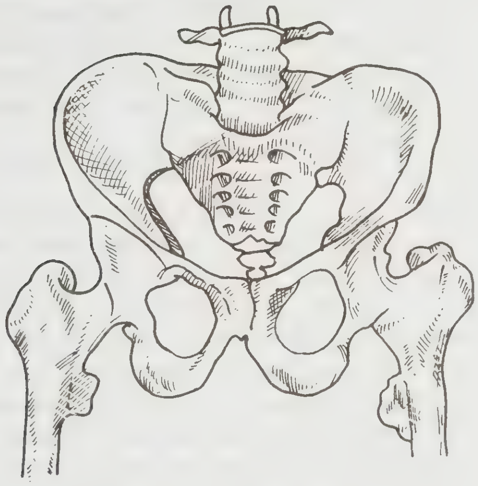
ஆப்டுரேட்டார் துளை (Obdurator foramina) பெண்களுக்கு முக்கோண வடிவிலும் (Triangular), ஆண்களுக்கு

வரின் வயதை ஊகித்துக் காணலாம் பற்களின் அமைப்பு, அவற்றின் சிதைவு, நோய்த் தாக்கம் ஆகியவற்றை வைத்து ஓர் உடலை அடையாளம் காணலாம். பற்கள் இருவகைப்படும். ஒன்று தற்காலிகம், மற்றொன்று நிலையானது (காண்க பல்லமைப்பு).

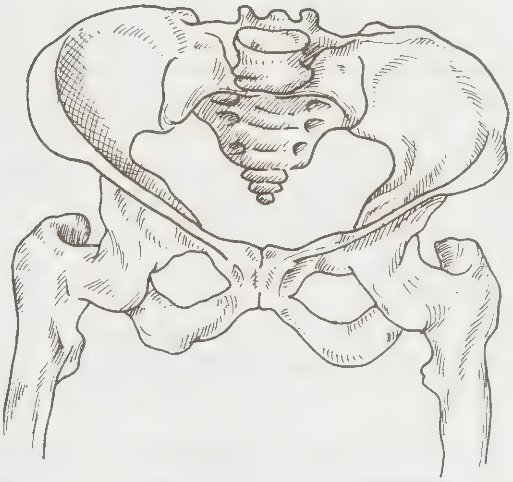
2. உயரம்-எடை

முழு வளர்ச்சியுற்றுப் பிறந்த குழந்தையின் (Full-term child) நீளம் 47.4 முதல் 50.5 செ. மீ; எடை 2.7 முதல் 3.2 கி.கிராம் இருக்கும். இது ஆறு மாதத்தில் 61 செ. மீ.-ம், ஓராண்டின் முடிவில் 68.5

ஆண், பெண் இடுப்பெலும்பின் ஒப்பீடு



படம் 1-ஆண் இடுப்பெலும்பு.



படம் 2-பெண் இடுப்பெலும்பு.

ஆண் இடுப்பெலும்பு குழிந்தும், பெண் இடுப்பெலும்பு விரிந்தும் இருப்பதைக் காணலாம்.

நீளவட்டமாகவும் (ovoid) இருக்கும். பொச்செலும்பு வளைவு (Pubic arch) பெண்களுக்கு ஆண்களை விட விரிந்தும் உருண்டும் காணப்படும். ஆண்களுக்கு இவ் வளைவு முக்கோணமாக இருக்கும். பெண்களுக்குத் தொடை எலும்பின் கழுத்து (Neck of femur) அதன் உடல்/நடுப்பகுதியில் இருந்து (Shaft of femur) செங்கோணத்தில் (Right angle) இருக்கும். ஆண்களுக்கு விரிகோணத்தில் இருக்கும்.

பல்

ஓர் உடலின் வயதை-அதன் பல், உயரம், எடை, எலும்புகளின் இணைப்பு ஆகியவற்றை வைத்துக் கணக்கிடலாம் (Ossification of bones). 17-க்கும் 29-க்கும் இடைப்பட்ட வயதினரைப் பல்லை (teeth) வைத்து அடையாளம் காணலாம். அதற்கு மேற்பட்ட

செ. மீ. நீளமும், நான்காம் ஆண்டு இறுதியில் பிறந்த போதிருந்த நீளத்தைப் போல் இரு மடங்கும், முறையாக ஊட்ட உணவளிக்கப்பட்டால் முதல் ஆண்டில் மாதத்திற்கு ½ கிலோ எடை கூடியும் இருக்கும்.

3. எலும்பு இணைப்பு

எலும்புகளின் மேல்முனை (Union of epiphysis) 2 முதல் 3 ஆண்டில் இணையும். நெஞ்செலும்பின் இடையிலுள்ள 4 துண்டுகளும்(Four middle pieces of sternum) கீழிருந்து, மேலாக ஒன்றோடொன்று 14 முதல் 52 வயதிற்குள் இணையும். சிப்பாய்டு (Xyphoid) எலும்பு 40 வயதில் நெஞ்செலும்போடு இணையும். வயதான உடலில் நீள எலும்புகள் கனிமக் கூட்டால் (Inorganic constituents) மெலிந்து, எடை குறையும். கபால எலும்பின் தையல்கள் 30-35 வயதில் இணைந்துவிடும். பக்கக் கபால எலும்புத் தையல்கள் வாழ்நாள் முழுதும்

இணையா. உடலில் முளைக்கும் மயிர்களை வைத்தும் வயதைக் கணிக்கலாம். பொச்சுப் பகுதியில் முதலில் மயிர் முளைக்கும். பிறகு அக்குள் (Axilla) பகுதியிலும் முளைக்கும். பெண்களுக்கு 13-14 வயதில் மயிர் முளைக்கும். இவை ஒன்று அல்லது இரண்டாண்டில் நெருக்கமாக முளைக்கும். இம்மயிர்கள் பெண்களுக்கு வெளுத்து, மென்மையாக இருக்கும். ஆண்களுக்கு 14 வயதில் பொச்சுப் பகுதியில் பரவலாகவும், 15 வயதில் பரவலாக அக்குள் பகுதியிலும், பின் விந்துப்பை (Scrotum), அக்குள், பொச்சுப் பகுதிகளில் நெருக்கமாகவும் 16-17 வயதில் முளைக்கும். ஆண்களுக்குத் தாடையின் மேலுதடு பகுதியில் 16-18 வயதில் மயிர் முளைக்கும். பெண்களின் முலை 13-14 வயதில் வளர்ச்சியடையும். ஆண்கள் 16-18 வயதில் ஆழக் குரலைப் பெறுவர் (Deep voice).

4. திருமண ஒப்பந்தம்

இந்தியக் குழந்தைத் திருமணத் தடுப்புச் சட்டம் (Act-xii of 1949) 13 வயதிற்குட்பட்ட பெண்களும், 18 வயதிற்குட்பட்ட ஆண்களும் திருமணம் செய்து கொள்வது குற்றம் ஆகும் என்பதால் வயது குறித்து வழக்கு ஏற்பட்டால் உடலை வைத்து வயதை முடிவு செய்ய வேண்டியது முக்கியமாகிறது.

5. கடத்தல்

இந்தியக் குற்றச் சட்டப் (I.P.C.369) படி பத்து வயதிற்குட்பட்ட குழந்தையிடம் இருந்து அசையும் சொத்துக்களைத் தட்டிப் பறித்தால் குற்றமாகும்,

16 வயதிற்குட்பட்ட ஆணையோ, 18 வயதிற்குட்பட்ட பெண்ணையோ இவர்களின் காப்பாளர் இடமிருந்து (Guardian) கடத்திச் சென்றாலோ மறைத்து வைத்தாலோ (Kidnapping or abducting) இ.பி.கோ. 361-366படி குற்றமாகும்.

பக்குவமடையாத பெண்களை (Minor girls) முறையற்ற பாலுறவுக்காகவோ (Illicit intercourse), விபச்சாரத்திற்காக விற்பதோ வாங்குவதோ இ.பி.கோ. பிரிவு 366-ஏ 372, 373படி குற்றமாகும். இதேபோல் முறையற்ற பாலுறவுக்காக ஒருவர் 21 வயதிற்குட்பட்ட வெளிநாட்டுப் பெண்ணை இந்தியாவிற்குள் கொண்டு வந்தாலும் இ.பி.கோ. 366-பி.படி குற்றமாகும்.

6. கற்பழிப்பு

இந்தியக் குற்றச் சட்டப்பிரிவு 375 உட்பிரிவு III/1949இன் படி (I.P.C. Sec-376/Appendix-III) 15 வயதிற்குட்பட்ட பெண் தன் மனைவியாக இருந்தாலும், அல்லது 16 வயதிற்குட்பட்டவேறு பெண்ணானால் அவளின் ஒப்புதலோடும் பாலுறவு கொண்டால் அது கற்பழிப்பாகும்.

மற்றும் இந்தியப்பக்குவமடைதல் சட்டம் (Indian Majority Act 1875) படி 18 வயது முடியாதவர்கள் சொத்துக்களை விற்கவோ வாங்கவோ உரிமையற்றவர்களாவர். ஒருவர் நீதிமன்றங்களின் கட்டுப்பாட்டிலோ நீதி மன்றத்தால் நியமிக்கப்பட்டவர்களின் கட்டுப்பாட்டிலோ இருந்தால், 21 வயது முடியும் வரை உரிமையைப் பெற முடியாது.

7. சிசுவைக் கொல்லல்

கருத்தரித்து 180 நாட்களுக்கு மேலாகிப் பிறந்த குழந்தையைக் கொன்றால் அது சிசுக் கொலையாகும்.

8. நிறமும்-தோற்றமும்

ஒருவரின் நிறம் தட்பவெப்பச் சூழ்நிலைக்கேற்பச் சிறிது மாறலாம். ஆனால் முற்றிலும் மாறாது.

தோற்றமும், உடல் பகுதிகளின் அமைப்பும் 25 வயதிற்கு மேல் மாறா. உடல் தடிக்கலாம் அல்லதுமெலிந்து விடலாம். எனவே தாடை அமைப்பு, முக அமைப்பு, சதுரம், வட்டம், நீளம், கூர்மை ஆகியவற்றை வைத்தும், உடலின் பொதுவான தோற்றத்தை வைத்தும் அடையாளம் காணலாம்.

9. மயிர்

மயிர் அழுகாது, கெடாது. எனவே அடையாளம் காண்பதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. இந்தியர்களின் மயிர் கறுத்து வழுவழுப்பாகவும், சீனர்கள், ஜப்பானியர்களின் மயிர் கறுத்து முரடாகவும் இருக்கும். நீக்ரோக்களின் மயிர் சுருளாக (curly & woolly) இருக்கும். இறந்த உடலின் மயிர் வளர்ந்தது போல் தோன்றும். ஆனால் இது தோல் சுருங்குவதால் ஏற்படும் நீளமாகும் (Apparent growth). உடலை அடையாளம் காணாமலிருக்க மயிருக்குச் சாயம் ஏற்றுவர். மருதாணி (Henna), பினைல் எனிடையாமின் (Phenyl Enediamine), ஈயம், வெள்ளி பிஸ்மத் உப்புக்கள் சேர்ந்த ஒப்பனைப் பொருள்கள், குளோரின், நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி மயிரின் வண்ணத்தை மாற்றுவர். சிலர் நரையை மறைக்க மயிர் வண்ணம் தடவுவர். சில தொழில்களில் ஈடுபடுவோரின் மயிர் நிறம் மாறலாம். எடுத்துக்காட்டாக, கோபால்ட் சுரங்கத் தொழிலாளியின் மயிர் நீலமாகவும் (blue), செப்புத் சுரங்கத்திலும், செப்பு உலைகளிலும் தொழிலாற்றுவோரின் மயிர் பச்சையாகவும் மாறும் (greenish hue).

மயிரின் உண்மை நிறம் கபாலத் தோலையும், மயிரின் முழுப் பகுதியையும் பார்த்தால் தெரியும். நிறமி ஏற்றப்பட்டிருந்தால் தோலிலும் நிறம் ஏறும். மயிரில் ஒழுங்காக நிறம் (uniform colour) ஏறாமல் இருக்கும். நிறம் ஏற்றிய மயிர் மென்மையிழந்து, பளபளப்பிழந்து, முரடாகத் தோன்றும். அக்குள், பொச்சு மயிர்களுக்கு வழக்கமாக நிறம் ஏற்றுவதில்லை. என்றாலும் மணமாகிச் சில நாட்களிலேயே மணவிலக்கு வேண்டுவோர் பொச்சு மயிருக்கு நிறம் ஏற்றி

வழக்கில் வெற்றி காண முயல்வர். இவர்களைக் காவலில் வைத்து அப்பகுதியைச் சிரைத்து மீண்டும் வளரும் மயிரைப் பார்த்தால் உண்மை நிறம் தெரியும்.

வேதியியல் ஆய்வு மூலம் நிறம் ஏற்றப்பட்டதையும், நிறமிகளிலுள்ள கூட்டுப் பொருள்களையும் கண்டு கொள்ளலாம் (Mineral component of the dye). நிற மேறிய மயிரை நறுக்கி நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் அல்லது நைட்ரிக் அமிலத்தில் கொதிக்க வைத்து அந்தக் கரைசலை ஆய்வு செய்து நிறமி யிலுள்ள கனிமச் சேர்க்கையை அறியலாம்.

10. **மானிடவியல் அளவு முறை** (Anthropometry)

இம்முறை குறிப்பாக, வழக்கமாகக் குற்றம் புரி வோரை அடையாளம் காணப் பயன்படுகிறது. இரண்டு வழிமுறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒன்று பெர்டிலான் வழிமுறை (Bertillon system or Bertil -lonage). மற்றொன்று கால்டன் வழிமுறை (Galton system).

பெர்டிலான் வழிமுறை

இம்முறை மனித எலும்புக்கூடு இருபத்தாறு வயதிற்கு மேல் வளர்ச்சியுறாது என்ற அடிப்படையில் குற்ற வாளிகளை நிற்கவைத்து உடலின் உயரம், அகலம், கைகளை நீட்டிய நிலையில் அளவு, வலது காதின் அகலம், நீளம், உட்கார்ந்த நிலையில் உடலின் உயரம், (Body height), இடது காலின் நீளம், இடது மேல் கை, முழங்கை, இடது நடுவிரல் (middle finger), இடது சிறு விரல் (Left little finger) ஆகியவற்றின் நீளம் ஆகிய அளவுகளை எடுத்து அட்டைகளில் பதிந்து, வரிசைப் படுத்தி அடுக்கி வைத்துக் கொண்டால் குற்றம் நடந்த இடத்தில் உள்ள தடயங்களை வைத்து இம்முறையின் உதவியால் எளிதில் குற்றவாளியை அடையாளம் காண லாம்.

கால்டன் வழிமுறை அல்லது விரல் அச்சு முறை (Galton System of Dactylography)

இம்முறை விரல்களில் காணப்படும் ரேகைப் பள்ளங் கள் பிறப்பிலிருந்து இறப்பு வரை மாறா என்ற கருத் தில் அமைந்தது. இம்முறையில் வழக்கமான குற்றவாளி களின் விரல் முனைகளின் ரேகைப் பதிவைத் தயாராக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இப்பதிவுகள் அச்சு மையில் வெள்ளைத் தாளில் பதியப்பட்டுப் பாதுகாக்கப் படும். தேவைப்பட்டபோது பார்வைக்குப் பயன்படுத் தலாம். இந்த விரல் ரேகைக் கோடுகளின் அமைப்பு இரு மனிதர்களுக்கு ஒரே மாதிரி அமைவது அரிது. உலக மக்கள் தொகையைப் போல் 30 மடங்கு மக்களில் ஒன்று என்ற அளவில் இரு கை விரல்களின் ரேகைக் கோடுகள் ஒத்திருக்கலாம். இம்முறையால் குற்றவாளி களை அடையாளம் காண்பது எளிது. இவ்வகை விரல் அச்சுக்களைத் தற்பொழுது, கம்பியில்லாத் தந்தி மூலம் உலகின் பல பாகங்களுக்கும் அனுப்பும் வாய்ப்புகள் ஏற் பட்டுள்ளன.

அடிச்சுவடு (Foot prints)

கால் விரல்களில் உள்ள ரேகைக் கோடுகளும் மாறா. சில மருத்துவ மனைகளில் பிறந்த குழந்தைகளின் கால் விரல் அச்சை எடுப்பது வழக்கமாக உள்ளது. அடிச் சுவட்டை வைத்தும் அடையாளம் காணலாம்.

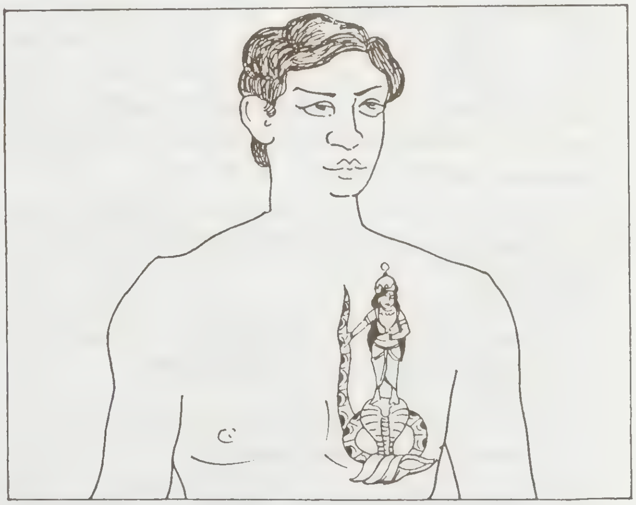
11. **அங்கக்குறைகள்** (Deformities)

பிறவியில் ஏற்பட்ட அங்கக் குறைகளையும், இடை யில் ஏற்பட்ட உடல் ஊனத்தையும் வைத்தும் உடலை அடையாளம் காணலாம். பற்களில் குறைபாடு உள்ள வர்கள், கற்பழிப்பு (Rape), பாலுறவுக் கொலை (Sex murder) ஆகிய செயல்களில் ஈடுபடும்பொழுது அவர் களால் ஏற்படும் கடிபட்ட காயத்தில் அவர்களின் பல் குறிகள் பதியும். இதன் மூலம் குற்றவாளிகளை அடையாளம் காணலாம்.

12. **தழும்புகள்** (Scars)

தழும்புகள் காயம் ஆறிய உடன் மென்மையாக இருக்கும். பின், தழும்புத் திசுக்களின் வளர்ச்சி யால் மையத்தில் தடித்தும், தழும்பு விரிந்தும் காணப் படும். நோய்த் தொற்றலாலும், காயத்தால் முழுத் தோலும் (whole thickness of skin) பாதிக்கப்பட்டால் தழும்பு நிலைத்துவிடும். தோலின் மேற்படலம் மட்டும் அழிந்திருந்தால் தழும்பு நாளடைவில் மறை யும்.

தழும்பின் காலத்தை (Age of scars) கணக்கிடுவது இயலாது. குழந்தைப் பருவத்தில் ஏற்பட்ட தழும்பு, மார்பிலும், கை காலிலும் இருந்தால் வளரும்.



பல்வேறு இந்து தெய்வங்களின் உருவங்களை உடலில் பச்சை குத்திக்கொள்ளுதல்

பச்சை குத்தல் (Tattoo-Marks)

உலகெங்கும் பச்சை குத்தும் வழக்கம் இருந்து வருகிறது. தோலில் கரையாத கரித்தூள்களை இந்திய மை அல்லது சைனா மையை நுண் ஓட்டைகள் மூலம் ஏற்றுவதால் கருநீல நிறமும், சின்னபார் (Cinnabar) கலந்தால் சிவப்பு நிறமும், ஹைட்ரேட்டடு குரோமியம் (Hydrated Chromium) கலந்தால் பச்சை நிறமும் உண்டாகும். இவை அழியாத அடையாளம் ஆகும். 10 அல்லது 12 ஆண்டில் தோலின் மேலடுக்கில் குத்திய பச்சை மறையலாம். மின் பகுப்பாலும் (Electrolysis), வேதியியல் பொருள்களாலும் பச்சை குத்திய அடையாளத்தை நீக்கலாம்.

13. **தொழில் குறிகள்** (Occupation Marks)

சில உடல்களை அடையாளம் காண அவர்கள் ஈடுபட்டிருந்த தொழில் மூலம் அவர்கள் உடலில் ஏற்படும் தழும்புகளையும், தோளில் ஏற்படும் சிதைவுகளையும் கொண்டு அறியலாம். கடும் உழைப்பாளிகளின் உள்ளங்கைகள் முரடாக இருக்கும். தையல் தொழிலில் ஈடுபடுவோரின் இடது சுட்டு விரலில் ஊசிகுத்திய துளைகளும், நிழற்படம் தயாரிப்போர், வேதியியல், பொருள்களைக் கையாள்வோரின் கைகளில் நிற ஏற்றமும், பல்லக்குத் தூக்குவோரின் தோள்பட்டையில் தழும்பும், தொழில் அடிப்படையில் அடையாளம் காண உதவும்.

14. கையெழுத்து (Handwriting) வைத்தும் அடையாளம் காணலாம். ஆனால் உள நோயாளியானால் கையெழுத்து மாறும்.

15. **நகையும் உடையும்** (Ornaments & Clothes)

உயிரோடிருப்பவர்களை அடையாளம் காண இவை பயன்படா. இறந்த உடலை அடையாளம் காண இவை பெரிதும் பயன்படும். சலவைக் குறிகள் பலரை அடையாளம் காட்டியுள்ளன. உயிரோடிருக்கும் ஆள் மாறாட்டம் செய்பவர்களை நடை (Gait), பழக்கவழக்கம் (Tricks of manner of habits), நினைவாற்றல் (Memory), கல்வி (Education) ஆகியவற்றை வைத்து அடையாளம் காணலாம்.

அடையாளம் காணத் தேவைப்படும் ஒளி (Amount of illumination required for identification) அளவு பின் வருமாறு:

1. மின்னல் ஒளிவீச்சு (Flash of lightning) ஒருவரை அடையாளம் காணப் போதுமான ஒளி.

2. 50 அடி தூரத்தில் உள்ளவர்களை நிலா ஒளியில் அடையாளம் காண முடியாது.

3. துப்பாக்கி வெடிக்கும் பொழுது (Fire arms light) ஏற்படும் ஒளியில் அருகில் இருப்போரை அடையாளம் காணலாம்.

நூலோதி

N. J. Modi's *Text book of Medical Jurisprudence and Toxicology*, 15th Edition.
N. J. Tripathi Private Ltd., Book sellers, pub: Princess Street, Bombay-2 -1965.

அங்கப் பாரிப்பு

அங்கப் பாரிப்பு என்பதை ஆங்கிலத்தில் Acromegaly என்று அழைப்பார்கள். இந் நோய்வாய்ப்பட்டவருடைய உடலின் சில பாகங்கள் முறையாக ஒரே சீராக வளராமல் அளவுக்கு மீறி வளர்ந்து விடுகின்றன. அப்படி வளர்வதால் அவர்களுக்கு முகம், நெஞ்சு, கை, கால் முதலியவை பெருத்து முரட்டுத்தனமான ஒரு மாறுபட்ட தோற்றம் உருவாகி விடுகின்றது.

இந்நோய் ஆண்களைவிடப் பெண்களிடம் சிறிது அதிகமாகக் காணப்படும். மனிதர்களுள் சிலர் இயல்பான அளவில் இல்லாமல், மிகவும் பெருத்தோ உயரமாகவளர்ந்தோ காணப்படலாம். ஓரளவுக்கு இந்தப் பருமனும் வளர்ச்சியும் பரம்பரையைப் பொறுத்தும், உண்ணுகின்ற ஊட்டச்சத்தைப் பொறுத்தும் நியாயமானதாக இருக்கும்.

சில சமயம் அளவுக்கதிகமாக வளர்வதும் பெருப்பதும் நோய் காரணமாக இருக்கும். உடல் வளர்ச்சி நம் உடலிலுள்ள சில சுரப்பிகளில்சுரக்கப்படும் ஹார்மோன்களின் (Hormones) அளவைப் பொறுத்தும் இருக்கிறது. நம் உடலில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் எனும் பல சிறிய சுரப்பிகள் (Endocrine glands) இருக்கின்றன. இவை சுரக்கும் ஹார்மோன்கள் இரத்தத்துடன் கலந்து விடும். ஹார்மோன்களின் அளவு மிகக் குறைவாக இருந்தாலும் அவை மிகச் சக்தி வாய்ந்தவை.

தலையின் மண்டை ஓட்டுக்குள்ளே (Skull) மூளையின் அடிப்பாகத்தில் ஒரு முக்கியமான நாளமில்லாச் சுரப்பி உள்ளது. இதற்குப் பிட்யூட்டரி சுரப்பி (Pituitary gland) அல்லது தலைமைச் சுரப்பி எனப் பெயர். இந்தச் சுரப்பி மூளையின் அடியில் உள்ள ஒரு காம்புடன் (Pituitary stalk) ஒட்டிக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தக் காம்பின் மூலம், மூளையிலிருந்து இந்தச் சுரப்பிக்கு உணர்வு ஊட்டும் நரம்புகளும் (Nerve fibres), அவை கொண்டு வரும் நரம்பு நீர்களும் (Neuro secretions) வந்தடைகின்றன.

இந்தச் சுரப்பி மண்டை (கபால) அறையையும் (Skull cavity) உள் மூக்கையும் (Nasal cavity) பிரிக்கும் மண்டையின் அடித்தளத்தில் (Base of skull) இருக்கிறது. மண்டை அடித்தளத்தில் உள்ள ஓர் எலும்பான ஸ்பீனாய்டு (Sphenoid) என்னும் எலும்பில் உள்ள பள்ளத்தில் இது காணப்படுகிறது. அந்தப் பள்ளத்தைப் பிட்யூட்டரி பள்ளம் (Pituitary fossa) என அழைப்பார்கள்.

இந்தப் பள்ளத்தில் அமர்ந்திருக்கும் இந்தச் சுரப்பியைச் சுற்றி மூளையைச் சார்ந்த மிக முக்கியமான உறுப்புகள் இருக்கின்றன. அவை மூளையின் அடிப் பாகம், கண்ணுக்குச் செல்லும் பார்வை நரம்புகள் என்பன.

இந்தச் சிறிய சுரப்பி மூன்று பாகங்கள் கொண்டது. அவை முன் பிட்யூட்டரி, நடு பிட்யூட்டரி, பின் பிட்யூட்டரி என்பவை ஆகும். இவற்றுள் முன் பிட்யூட்டரியில் பலவித அணுக்கள் (Cells) இருக்கின்றன. இந்த அணுக்கள் வெவ்வேறு வகையான ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன. அந்த ஹார்மோன்கள் தைராய்டு சுரப்பியை ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன் (Thyrotrophic hormone), இனப்பெருக்குக் கோளங்களை ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன் (Gonadal hormone), வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன் (Growth hormone) எனப் பலவகைப்படும். வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன் அமில ஈர்ப்பு அணுக்களினால் (Acidophil cells) சுரக்கப்படுகின்றது. இந்த அணுக்கள் சில சமயம் எண்ணிக்கையில் பெருகிவிடுகின்றன. அதனால் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் நீர் மிகுதியாகச் சுரக்கின்றது. பிட்யூட்டரி சுரப்பியும் தடித்துப் பெருத்து விடுகின்றது.

வளர்ச்சி ஹார்மோன் மிகுதியாகச் சுரப்பதால் வரும் தீமை, அதிக வளர்ச்சியாகும். இந்த அதிக வளர்ச்சி, இளம் வயதிலேயே 25 வயதுக்கு முன் தொடங்கிவிட்டால் எல்லாப் பாகங்களும் அதிகமாக வளர்கின்றன. இதனால் அம்மனிதன் மிக உயரமாகவும் பருமனாகவும் வளர்கின்றான். அவன் ஓர் அரக்கனுடைய தோற்றத்தைக் கொண்டிருப்பான்.

சில சமயம் இந்த நோய் 25 வயதுக்குப்பின் வரலாம். 25 வயதில் இயல்பாக எல்லா எலும்புகளும் வளர்ந்து முடிந்து விடும். எலும்பு வளர்வதற்கு ஈடுகொடுப்பதற்காக உள்ள எலும்பு இடைவெளி Metaphysis என்ற குருத்தெலும்பு முழுவதும் எலும்பாகி விட்டிருக்கும். இந்த நிலையில் வளர்ச்சிச் சுரப்பி ஹார்மோன் அதிக அளவில் சுரக்கத் தொடங்கிவிட்டால், எலும்புகள் மேலும் வளரும்போது, ஒரே சீராக வளர முடியாமல் சில அளவுக்கு மீறித் தடித்துவிடுகின்றன. இந்நோயின் அறிகுறிகள் சிறுகச் சிறுக வெளிப்படுவதால், இதன் வாய்ப்பட்டவர்களுக்கு இந்த நோய் இருப்பது தெரிவதில்லை.

இந்த நோயின் அறிகுறிகளுள் முக்கியமானது தலைவலி. இது தலையின் இரு பொட்டுகளிலும் (செவி ஓரங்களில் (Temporal region) இருக்கும். பிட்யூட்டரி சுரப்பி தலைக்குள் பெருத்துக்கொண்டு வருவதாலும் அதைச் சுற்றியுள்ள உறுப்புகளை அது அழுத்துவதாலும், தலைக்குள் இருக்கும் அழுத்தம் கூடுவதாலும் இத்தலைவலி ஏற்படுகின்றது. முகம், கை, கால்கள் தடித்துக் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் உள்ள எலும்புகள் பெருத்திருப்பதுடன் தோலும், தோலுக்கடியிலுள்ள தோலடிச் சவ்வுகளும் (Subcutaneous tissues) தடித்துக் காணப்படும்.

முகத்தில் கீழ்த்தாடை (Lower jaw) மிகவும் பெருத்துவிடுவதால், அது முன்னால் துருத்திக் கொண்டு இருக்கும். இயல்பாகக் கீழ் வரிசைப் பற்கள் மேல் வரிசைப் பற்களுக்கு உள்ளடங்கி இருக்கும். ஆனால் இந்நோய் வாய்ப்பட்டவர்களின் கீழ் வரிசைப் பற்கள் முன் தள்ளி வந்து விடுவதால் மேல் வரிசையும், கீழ் வரிசையும் பொருந்தா நிலை ஏற்படுகிறது. இதனால் கீழ்த்தாடை துருத்திக் கொண்டிருக்கும். கன்னத்திலும், மூக்கிலும் உள்ள எலும்புகள் மிகவும் பெருத்துக் காணப்படும். புருவத்திற்கடியிலுள்ள எலும்பின் வளைவு (Supra-orbital ridge) மிகவும் தடித்து விடும். எலும்பு வளர்ச்சியுடன் முகத்தின் தசைகளும் தடித்துக் காணப்படும். நாக்கு, காது, உதடு, கண் இமைகள், மூக்கு முதலியவை அளவுக்கு அதிகமாகவே பெருத்துவிடுகின்றன. கைகள், பாதங்கள் முதலியவை நீண்டு பெருத்துக் காணப்படும். நாளடைவில் நெஞ்செலும்புகள் தடித்து நீளுவதால் உடல் முன்னோக்கி வளைந்து கூன் (Kyphosis) விழுந்து விடுகிறது.

தசைகள் பெருப்பதால் இவர்களுக்கு முதலில் அளவுக்கு மீறிய வலிமை இருக்கும். ஆனால் நாளடைவில் தசைகள் தளர்ந்து வலிமை குன்றிவிடும். தொண்டைக் குருத்தெலும்புகள் தடித்து விடுவதால், இவர்களின் குரல் மாறிக் கரகரப்பாகிவிடும். மூட்டுகள் பெருத்துவிடுகின்றன. இழைம முடிச்சுகள் (Ligaments) மிருதுவாகி விடுவதால் மூட்டுகள் உறுதியும், நிலைத்தன்மையும் இழந்துவிடுவதுடன், மூட்டுகளில் வலி ஏற்படுகின்றது. மூட்டுகளில் நீர் சுரந்து அவை பெருத்து விடுகின்றன. பெருத்த பிட்யூட்டரி சுரப்பி அதை அடுத்திருக்கும் பார்வைத் தண்டுகளை (Optic tract) அழுத்துவதால் அவை தேய்ந்து, கண் பார்வை பாதிக்கப்படுகிறது. இரு பக்கங்களிலும் வெளிப்புறத்தில் உள்ள பொருள்கள் தெரிவதில்லை (Bitemporal hemianopia).

இவற்றிற்கெல்லாம் காரணம் அமில அணுக்கள் (Acidophil) மிகவும் பெருகும்போது, பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் மற்ற அணுக்கள் பாதிக்கப்படுவதே. ஆகவே அவை சுரக்கும் நீர்களின் அளவுகளும் குறைகின்றன. அப்பொழுது அவற்றால் உணர்வூட்டப்படும் மற்ற உறுப்புகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. முக்கியமாக இனப்பெருக்குக் கோளங்கள் (Gonads) பாதிக்கப்படும். இதனால் ஆணுக்கு வீரியம் (Potency) குறையும். பெண்ணுக்கு மாதவிடாய் (Menstruation) நிற்கும். நீரிழிவு நோயும் (Diabates) ஏற்படலாம். எக்ஸ் கதிர் (X-Ray) படத்தில், மண்டை ஓட்டுக்குள்ளிருக்கும் பிட்யூட்டரி பள்ளம் அளவுக்கு மீறிப் பெரிதாகக் காணப்படும்.

இந்நோய்வாய்ப்பட்டவர்களின் வயது அநேகமாக அறுபதைத் தாண்டுவதில்லை. அதற்குள் இதயநோய் வாய்ப்பட்டு இறந்து விடுகிறார்கள். இந்நோய்க்கான சிகிச்சை இதுவரை சரிவர இல்லை. ஆழ்எக்ஸ்கதிர் (Deep X-Ray) செலுத்திப் பிட்யூட்டரி கட்டியைக் குறைக்கலாம். அறுவைச் சிகிச்சை (Surgery) மூலம் கட்டியை அகற்றலாம். சில சமயங்களில் தைராய்டு சுரப்பியின் நீரைக் கொடுத்துப் பிட்யூட்டரியின் சுரக்கும் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தலாம். என்றாலும் முழுமையான மருத்துவம் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

எம்.மு.

நூலோதி

1. **J.H. Green, P.H.S. Silver,** *An Introduction to Human Anatomy,* Oxford University Press-Oxford, New York, Toronto-1981.
2. **John B. Christensen, Ira R. Telford.** *Synopsis of Cross Anatomy with Clinical Correlations* Third Edition. Harper & Row, Publishers, San Francisco, London.

அங்குயிலிபாம்ஸ்

பாம்பு போன்ற நீண்ட உடலுடைய விலாங்கு மீன்கள் அடங்கும் தொகுதி அங்குயிலிபாம்ஸ் எனப்படும். மற்ற மீன்களில் இருப்பது போன்று நன்கு வளர்ச்சியடைந்த தனித் துடுப்புகள் (Fins) இல்லாததால் இம்மீன்கள் ஏபோடஸ் (Apodes) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பிரான்சிஸ் டே (Francis Day) என்பவர் இவற்றை முரேனிடே (Muraenidae) என்று கூறினார். இன்று உயிர்வாழும் ஏறத்தாழ 50 வரிசை (order) மீன்களில் விலாங்கு மீனும் ஒன்றாகும். இவை மற்றைய மீன்களை விட உடல் அமைப்பு, நீந்தும் முறை, வாழ்க்கை முறை ஆகியவற்றில் முற்றும் வேறுபட்டுள்ளன.

விலாங்கு மீன்களின் உடல் நீண்டு முன்பகுதி உருளை வடிவிலும் பின் பகுதி மேலிருந்து கீழே தட்டையாகவும், செதில்கள் இல்லாமலும் (அல்லது இருப்பின் தோலுள் புதைந்து) இருப்பதால் உடல் வழுவழுப்பாகவும் மென்மையாகவும் இருக்கும். இவை மற்ற மீன்கள் போன்று துடுப்பின் உதவியால் நீந்தாமல் பக்கவாட்டில் தம் உடலை இயக்கி முன்நோக்கி நகருகின்றன. இவை கடல் நீரில் பிறந்து, நன்னீரில் வாழும் தன்மையுடையவை. ஆனால் நன்னீரில் இன உறுப்புகள் வளர்வதில்லை. எனவே இனப்பெருக்கமும் நடைபெறுவதில்லை. விலாங்கு மீன்கள் தங்கள் உடற் செயற்பாடுகளைச் சூழ்நிலைக்கேற்ப மாற்றித் தகவமைத்துக் கொள்ளும்.

ஏறத்தாழ 3 முதல் 7 ஆண்டுகளுக்குள் நன்கு வளர்ந்த விலாங்கு மீன்கள், முழுவளர்ச்சி (Adult) அடைகின்றன. நன்னீரில் வாழும் பொழுது இவை மஞ்சள், கருப்பு அல்லது சாம்பல் நிறமாகவும், முதிர்ச்சியடைந்து இனப்பெருக்கம் செய்யக் கடலில் பயணம் செய்யும் பொழுது வெள்ளி போன்ற நிறத்தையும் அடையும். கடல்நீரில் வலசை போகும் (Migration) பொழுது இவை உணவு உட்கொள்வதில்லை. ஏனெனில் வலசை போகும் முன்பே தேவையான உணவைத் தம் உடலிலேயே சேமித்து வைத்துக் கொள்கின்றன.

விலாங்கு மீன்கள் பெரும்பாலும் வெப்பமண்டலம் மற்றும் மித வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. இவை ஆழமற்ற கடற்பகுதிகளில் மித ஆழத்திலும் (Bathy-Pelagic), ஆழ்பகுதி (Abyssal)களிலும் கடலின் அடித்தளத்தில் வாழ்பவை. நன்னீரில் வாழும்பொழுது இவை நீரின்றித் தரையிலும் பல மணி நேரங்கள் காற்றைச் சுவாசித்து வாழ வல்லன. இவை கடலின் நீர் அழுத்தத்தினால் (Hydrostatic pressure) பாதிக்கப்படாமல் கடலின் மேல் தளத்திலிருந்து ஆழ் கடல் வரை வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

பிளினியும் அரிஸ்டாடிலும் விலாங்கு மீன்கள் கடலின் அடியிலுள்ள சேற்றிலிருந்து தோன்றுபவை என்றும், இவற்றில் ஆண் பெண் என்ற வேறுபாடும், இனப்பெருக்கமும் இல்லை என்றும் கருதினர். ஐசாக் வால்டன் (Izaak Walton) என்பவர் ''பனித்துளியிலிருந்து எவ்வாறு முத்து பிறக்கின்றதோ, அவ்வாறே விலாங்கு மீனும் ஒரு வகைப் பனித்துளியிலிருந்து சூரிய ஆற்றலாகத்தோன்றுகின்றது'' எனக் கூறினார். மற்றும் சிலர் விலாங்கு மீன் ஒரு வகைப் புழுவிலிருந்து தோன்றுவதாகக் கூறினர். ஆனால் 1896ஆம் ஆண்டு கிரேஸ்ஸி (Grassi) என்பவர் லெப்டோசெப்பாலஸ் (Leptocephalus) என்னும் நாடா போன்ற சிறிய மீன் கடல் நீரிலிருந்து நன்னீரை அடையும் பொழுது உருமாற்றம் (Metamorphosis) பெற்று இறுதியாக விலாங்கு மீனாக மாறுகிறது எனக் கண்டறிந்தார். அது வரை லெப்டோசெப்பாலஸ் என்னும் வளர்பருவ (Larval stage) நிலைதனித்த சிறிய மீனினமாகக் கருதப்பட்டது. ஏனெனில் கடல் நீரில் இருக்கும் வரை லெப்டோசெப்பாலஸ்கள் விலாங்கு மீன்களாக உருமாற்றம் அடைவதில்லை.

1925ஆம் ஆண்டு வரை விலாங்கு மீன்கள் எங்கு, எவ்வாறு இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன, எவ்வாறு வளர்ச்சிப் பருவம் அடைகின்றன என்பன அறியப்படவில்லை. 1925ஆம் ஆண்டு டாக்டர் ஜானஸ் ஸ்மிட் (Dr. Johannes Schmidt) என்ற டென்மார்க் நாட்டு கடல் அறிஞர் தமது 20 ஆண்டுக் கால இடைவிடாத அரும்பெரும் ஆய்வால், ஐரோப்பிய விலாங்கு மீன் அங்குல்லா அங்குல்லா (Anguilla Anguilla) எவ்வாறு வலசை போகிறது, இனப்பெருக்கம் நடத்துகின்றது என்பனவற்றைக் கண்டறிந்தார்.

அறிஞர் ஸ்மிட் அவர்களின் கண்டுபிடிப்பு மனித சாதனைகளில் மகத்தான ஒன்றாகும். ''ஐரோப்பிய விலாங்கு மீன்கள் இலையுதிர் காலத்தில் (Autumn) நன்னீர் நிலைகளிலிருந்து கடலை அடைந்து அட்லாண்டிக் மாகடலில் மேற்கு நோக்கித் தமது நீண்ட நெடும்பயணத்தைத் தொடங்குகின்றன. இவை கடல் மட்டத்திலிருந்திருந்து 30 மீட்டர் முதல் 700 மீ. வரை ஆழத்தில் ஓய்வின்றித் தொடர்ந்து பயணம்செய்கின்றன. ஏறத்தாழ 5000 கிலோ மீட்டர் வரை பயணம் செய்து மேற்கு இந்தியத் தீவுகட்கு வடக்கில் 200—500 கிலோமீட்டர் தொலைவில் உள்ள பெர்முடா (Bermuda) பகுதியில் சர்கோசா கடலை (Sargossa sea) அடைந்த பின், அக்கடலின் அடித்தளத்திற்குச் (1400 மீட்டர்) சென்று முட்டையிட்டு இறந்து விடுகின்றன'' என ஸ்மிட் கூறுகிறார். ஏனெனில் வலசை சென்று வந்த 'வெள்ளி விலாங்கு' பின்னர் எங்கும் காணப்படுவதில்லை. நன்னீர் நிலைகட்குத் திரும்புவதுமில்லை. சேமித்து வைத்த கொழுப்புப் பொருள் நெடும் பயணத்திலும் இனப்பெருக்கத்திலும் பயன்படுத்தப்பட்டுவிடுவதால் இவை இறந்து விடக் கூடும் எனக் கருதப்பட்டது.

கடலின் அடித்தளத்தில் இடப்பட்ட விலாங்கு மீனின் முட்டைகள் சில நாட்களில் கடலின் மேல் தளத்தை அடைந்து லெப்டோசெப்பாலஸ் என்னும்(2—3 மி.மீ). சிறு பருவ நிலையையடையும். குறுகிய தட்டையான தலையை உடையதால் இது லெப்டோசெப்பாலஸ் (Leptocephalus) எனப்பெயர் பெற்றது. கடலின் மேல்மட்டத்தில் மற்றைய மிதவை உயிர்களுடன் லெப்டோசெப்பாலசும் சேர்ந்து நுண் மிதவை உயிரிகளை (Micro plankton) உண்டு வாழும். இப்பருவத்தில் இவை மெல்லக் கடல் ஓட்டத்தால் ஈர்க்கப்பட்டு மேற்கு நோக்கியும், பின்னர் வடக்கு நோக்கியும் வட அட்லாண்டிக் கடல் ஓட்டத்தால் (Northern Eqatorial Current) இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

லெப்டோசெப்பாலஸ் வளைகுடா நீரோட்டத்தால் இழுத்துச் செல்லப்பட்டு, எளிதாய் அட்லாண்டிக் கடலின் கிழக்குப் பகுதியான ஐரோப்பியக் கடற்கரையை அடைகின்றது. லெப்டோசெப்பாலஸ்கள் அடுத்த வளர்பருவமான எல்வர் (Elver) என்ற பருவத்தை ஓராண்டில் அடையும். நன்கு வளர்ந்த எல்வர்கள் அவற்றின் பெற்றோர்கள் வாழ்ந்த நன்னீர் ஆறுகளை அடைந்ததும் கடலிலிருந்து நன்னீருக்குள் சென்று விடும். இவ்வாறு நன்னீர் நிலைகளை அடைய இரண்டு அல்லது மூன்று ஆண்டுகள் வரை ஆகும். நன்னீர் நிலைகளை அடைந்த எல்வர் தன் இலை போன்ற அகன்ற அமைப்பிலிருந்து உருமாற்றம் அடைந்து மெல்லிய நீண்ட புழுப்போன்ற வளர் பருவம் (Juvenile stage) அடையும். எல்வர் கடல் நீரிலிருந்து நன்னீரை அடையாவிடில் உருமாற்றம் அடையாது. இவை ஆறு அல்லது ஏரிகளில் அமைதியான ஆழப் பகுதிகளில் தங்கிச் சில ஆண்டுகள் வரை வளரும். 3 முதல் 5 ஆண்டு வயதான விலாங்கு மீன் தன் இருப்பிடத்தை விட்டு ஆறுகளினின்று சிறு ஓடைகள், கால்வாய்களை அடைந்து பெருந்தீனி தின்று வேகமாக வளரும். நன்கு வளர்ந்த விலாங்குமீன் 7 முதல் 10 ஆண்டுகளுக்குள் முதிர்ச்சி அடையும்.

இன்றைய உயிர்வாழும் விலாங்கு மீன்கள் அங்குலிபாம்ஸ் வரிசையைச் சார்ந்தவை. இவை மேலும் நான்கு துணை வரிசைகளாகவும் (sub orders) 19 குடும்பங்களாகவும் (Families), 140 பொதுவினங்களாகவும் (Generae) 500 இனங்களாகவும் (Species) பகுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் ஒரு குடும்பம் மட்டும் நன்னீரிலும், மற்றவை கடல் நீரிலும் வாழ்பவை.

பரவல் : விலாங்கு மீன்கள் அனைத்தும் கடற்பகுதியில் வாழினும், ஒரு தொடர்பற்ற பரவல் (Discontinuous distribution) என்னும் முறையில் வடக்கு அட்லாண்டிக் கடற்பகுதி முழுதும், மத்திய தரைக்கடல் முழுதும், இந்துமா கடலில் ஆப்பிரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரையிலும், இந்தியாவில் பம்பாய்க்குத் தெற்கிலும், வங்காள விரிகுடா முழுதும், இந்தோனேசியா, மலேசியா, நியூகினி வரையும், ஜப்பான் கடற் கரைகளிலும், ஆஸ்திரேலியாவில் கிழக்குக் கடற்கரையில்மட்டும் காணப்படுகின்றன. இவை வட தென் துருவங்கள், அமெரிக்காவின் மேற்கு, வடக்கு, தெற்குக் கடற்கரைப் பகுதி முழுதும், தென் அமெரிக்கா முழுதும், ஆப்பிரிக்காவின் மேற்குப் பகுதி முழுதும், ஆசியாவில் ரஷ்யா முழுதும், காணப்படுவதில்லை. விலாங்கு மீன்களின் பரவல் இன்னும் நன்கு ஆராயப்பட வேண்டிய ஒன்றாகும்.

அமெரிக்க விலாங்கு மீன் ஆங்குல்லா ரோஸ்டரெட்டா (Auguilla rostrata) என்றும்; ஐரோப்பிய விலாங்குகள் 1. அங்குல்லா அங்குல்லா (Auguilla anguilla) என்றும், 2. அங்குல்லா வல்கேரிஸ் (Auguilla-volgaris) என்றும், மத்திய தரைக் கடல் மீன்கள் அங்குல்லா மெடிட்டரேனியன் (Anguilla mediterranian) என்றும் ஆப்பிரிக்க விலாங்குகள் 1. அங்குல்லா மௌரிடியானா (A. mauritiana) என்றும், 2. அங்கில்லா நெபுலோசா (Anguilla nebulosa) என்றும், இந்திய விலாங்குகள் 1. அங்குல்லா பைகோலர் (Anguilla bicolar), 2, அங்குல்லா பெங்காலென்சிஸ் (Anguilla bengalensis) என்றும், 3. முரேநொசக்ஸ், 4. பிஸ்டோநேப்பிஸ், 5. முரேனா, 6. ஜிம்னோதோராக்ஸ் என்றும், ஜப்பானில் அங்குல்லா ஜப்பானிகஸ்(Anguilla japanicus) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

இந்திய விலாங்குகள்

குடும்பம்—1. அங்குலிடே (Anguillidae)

நன்னீரிலும் கடலிலும் வாழ்வன.

அங்குல்லா பெங்காலென்சிஸ் (Anguilla bengalensis)

இவை இந்தியா முதல் சீனா வரை இந்து பசிபிக் கடலிலும் நன்னீர்ப் பகுதிகளிலும் வாழ்வன. இந்தியக்

கடற்கரைப் பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படும். பழுப்பு நிறமாக, மேல்பக்கம் வண்ணப்புள்ளிகளுடனும் வயிற்றுப்புறம் மஞ்சள் நிறமாகவும் இவை இருக்கும். வயிற்றுத் துடுப்பு கருமையாகவும் விளிம்புகள் பட்டை பட்டையான கோடுகளுடனும், வால் பகுதி உடலைக் காட்டிலும் சற்று நீளமாகவும், சுமார் ஒரு மீட்டர் நீளம் வரை வளர வல்லன.

அங்குல்லா பைகோலர் (Anguilla bicolar)

இவை இந்தியா மலேயா கடற்கரைப் பகுதிகளில் வாழ்வன. அந்தமான் தீவுகளில் நிறைந்து காணும். சுமார் 60 செ.மீ. நீளம் வரை வளரும்.

குடும்பம்—2. முரேநெஸ்சோசிடே (Muraenesocidae)

இவை கடல் வாழ்வன. நீண்ட உடலும் இறுகிய வால்பகுதியும், நீண்ட முகமும், கண்வரை அகன்ற பெரிய வாய், பெரிய வலிமையான பற்களுடனும் மார்புத் துடுப்புக்களுடனும் காணப்படும். இவை முகத்துவாரங்கள், நன்னீர் ஆறுகள், கடல் ஆகிய இடங்களில் வாழ்வன. வலியத் தாக்கக் கூடியவை. நல்ல உணவாகப் பயன்படும்.

முரேநெசாக்ஸ் சைநெரியஸ் (Muraenesox cinereus)

தீபகற்ப இந்திய கடல்பகுதியிலும் முகத்துவாரங் களிலும் பொதுவாகக் காணப்படும். வெள்ளி நிற மானவை. சுமார் 150 செ,மீ. வரை வளரும்.

முரேநெசாக்ஸ் டலபான் (Muraenesox talabon)

இவற்றின் முகம் நீண்ட குறுகிய அமைப்புடையது. இவை இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் வாழ்வன. இவை தமிழில் குலவிப்பாம்பு எனப்படும்.

முரேநெசாக்ஸ் டலபானாய்டெஸ் (M. talabonoides)

இவற்றில் மார்புத்துடுப்பு சிறியதாய் அமைந் திருப்பது ஒரு சிறப்புக் குணமாகும். மேற்கு, கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் வாழும் இவற்றைத் தமிழில் குழிப்பாம்பு என்பர்.

குடும்பம்—3. ஒப்பிச்சித்தைடே (Ophichthyidae)

இவை பாம்பு விலாங்கு எனப்படும். செதில்கள் இல்லை. முதுகு, வால் துடுப்புகள் வளர்ச்சியற்றும், வால் துடுப்பு இன்றியும், வால்முனை கூர்மையாகவும் இருக்கும். இவை மணற்பாங்கான இடங்களிலும் பாறைப் பகுதிகளிலும் கடலில் குழி பறித்து வாழ்வன.

பிசோடோனோபிஸ் ஹைஜலா (Pisodonophis hijala)

இதன் நிறம் சீரான ஒரே வகையாயினும் பக்க வாட்டில் வெளிர் புள்ளிகள் காணப்படும். மேல் துடுப்பு மிகச் சிறிய மார்புத் துடுப்பின் மேற்புறமிருந்து தொடங்கும். உதடுகள் பிளவுபடாமல் நுண்ணிய துகள் போன்ற பற்களுடன்சுமார் 60செ.மீ .நீளம் வரை வளரும் வகை. இவை இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற் கரை முதல் சீனா கடற்கரை வரை காணப்படும். இவை ஆற்று நீரில் கடல் எழுச்சிப் பகுதி வரை சென்று வாழும். மீன் வளர்ப்பவர்கட்கு மீன் வளர்ப்புக் குளக் கரைகளை இவ்வகை மீன்கள் தகர்த்து விடுவதால் இவை மீன் வளர்ப்பவர்களால் வெறுக்கப்படுகின்றன.

குடும்பம்—4. முரனிடே (Muraenidae)

இவை கடல் விலாங்கு எனப்படும். இவற்றின் உருவம் பயங்கரமானது. மேல்தோல் செதில்களற்று வழுவழுப்பாகவும், கெட்டியாகவும் நல்ல நிறங்களில் காணப்படும். பெரியவாய், வலிமையான பற்களு டனும், சில நேரங்களில் பாம்பின் நச்சுப் பற்கள் போன்றும் உட்புறம் வளைந்து காணப்படும். மார்புத் துடுப்பு இல்லை. இவை ஆழமற்ற கடற்கரைப் பகுதி களில் பவளப்பாறை இடுக்குகளில் சிறப்பாய் வாழும்.

முரேனா பங்டட்டா (Muraena punctata)

இவற்றின் வால் பகுதி வயிறு வரை நீண்டு, உடல் முழுவதும் வெண் புள்ளிகளுடனும், கண் பகுதியி லிருந்து வட்டமாக ஒளிக்கதிர் போன்று வெளிர் சிவப் பாகவும் கருமையாகவும் நீண்ட வரிகளுடனும் காணப் படும். மிக நன்கு வளரும். ஆனால் நச்சு மீன்களாய்க் கருதப்படுகின்றன. ஏனெனில் இவை மிக எளிதில் கெட்டுவிடும் தன்மையுடையன. தமிழ் நாட்டுக் கடற் பகுதியில் இயல்பாகக் காணப்படும்.

ஜிம்னோதோராக்ஸ் ஃபாவாஜினேயஸ் (Gymnothorax favagineus)

இவை நல்ல நிறமான விலாங்கு மீன்கள், உடல் முழுதும் மஞ்சள் கோடுகள் வலைப் பின்னல் போல் பரந்து காணப்படும். ஆந்திரக் கடற்பகுதியில் சுமார் 75 செ,மீ. வரையும், பம்பாய் கடற்பகுதியில் சற்று பெருத்தும் காணப்படும்,

தைர்சாய்டியா மேக்ரூரஸ் (Thyrsoidea macrurus)

இவை இந்தியக் கடற்கரை முழுதும்—பம்பாய் முதல் கிழக்குக் கடற்பகுதி முழுதும் பரந்துகாணப்படும். உடல் பகுதி ஒரு பங்கும் வால் பகுதி இருமடங்கும் இருக்கும். உடல் முழுதும் முழுமையான பழுப்பு நிறத்துடன், துடுப்புகள் கருமையாகவும் இருக்கும். இவற்றைத் தமிழில் சேரம்பாம்பு என்பர்.

என்.வி.க.

நூலோதி

1. **Bruun, A.F.** ***"The Breeding of North Atlantic Eels".*** Adv. Mar. Biol. 1: 137–170, 1963.
2. **Castle, P.H.J.** ***"The World of Eels"*** Tutra: 16, 85-92 (1968)
3. **Chandy, M. Fishes.** ***India the Land and People.*** National Book Trust, India, New Delhi. 1970.
4. **Day, Francis.** ***The Fishes of India,*** In two Vols., Today and Tomorrow. Publishers: New Delhi. 1967.
5. ***Wealth of India.*** **(Edited By Baibi Prasad)** Vol. 1V Fish and Fisheries, Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi, 1962.

அங்குல்லா தீவு

இத்தீவு கிழக்குக் கரீபியன் கடலில் 18° 15' வடக்கிலும் 63° 05' மேற்கிலும் தூய கிட்ஸ் தீவிற்கு வடமேற்கில் 100 கி.மீ. தூரத்திலும் அமைந்துள்ளது. இதன் பரப்பு 90.7 சதுர கி.மீ. இதன் நீண்ட சமதளப் பரப்பு சில இடங்களில் விலாங்கு மீன் போன்று வளைந்தும் நெளிந்தும் காணப்படுவதால், இத்தீவு அங்குல்லா என்ற பெயரைப் பெற்றது. பிரஞ்சு மொழியில் அங்குல்லே என்ற பெயருக்கு விலாங்கு என்ற பொருள் உண்டு.

இத்தீவு 1493ஆம் ஆண்டு கிறிஸ்டோபர் கொலம்பஸ் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1650ஆம் ஆண்டு பிரிட்டிஷ் அரசின் நிர்வாகத்தின் கீழ் வந்தது. இது 1967ஆம் ஆண்டு தூய கிட்ஸ், நெவிஸ், சாம்பிரரோ ஆகிய தீவுகளுடன் இணைக்கப்பட்டு, தூய—கிட்ஸ் நெவிஸ்—அங்குல்லா என்ற பெயரில் சுய ஆட்சி நாடாக விளங்கியது. நான்கு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் அங்குல்லா ஏனைய தீவுகளிலிருந்து பிரிந்து, பிரிட்டிஷ் குடியரசு நாடாக விளங்கியது. 1976இல் சுய ஆட்சி உரிமை பெற்றது. இத்தீவின் சட்டசபை தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட 7 உறுப்பினர்களையும் நியமிக்கப்பட்ட 2 உறுப்பினர்களையும் கொண்டுள்ளது.

மீன் பிடித்தல், கால்நடை வளர்ப்பு, உப்பு உற்பத்தி போன்ற தொழில்கள் இத்தீவின் பொருளாதார முன்னேற்றத்தில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. கப்பல் கட்டும் தொழிலும் சிறிதளவு நடைபெறுகிறது.

அங்கோரா நூல்

அங்கோரா என்ற முயலின் மெல்லிய மயிரிழையால் நூற்கப்படும் மெல்லிய நூல். பெரிதும் மின்னும் வகை ஆடைகளில் இது பயன்படுகிறது.

அங்கோலா நூல்

காண்க, ஒன்றிய நூல்கள்.

அச்சடிக்கும் எந்திரங்கள்

காண்க: எந்திரங்கள், அச்சடிக்கும்

அச்சடித்தல்

தாள், துணி அல்லது வேறு பொருள்களின் பரப்பில் எழுத்து, படம் அல்லது ஓவியங்களைப் பதிக்கும் கலையும் அத்தொழில்நுட்பமும் அச்சடித்தல் என வழங்கப்படுகின்றன. அடித்தலில் பல முறைகள் நிலவினாலும் ஒரு தட்டில் உள்ள படிமத்தை அச்சிட வேண்டிய பரப்புக்கு மாற்ற அச்சிடும் அச்சு எந்திரம் எல்லா முறைகளிலும் தேவைப்படும். மேலைநாட்டைப் பொறுத்தவரையில் அச்சடித்தல் 15ஆம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியிலேயே தொடங்கிவிட்டது. இது அடுக்கிக் கோக்கக்கூடிய உலோக அச்சு எழுத்துக்களின் கண்டுபிடிப்புடன் தொடங்கியது எனலாம். விவிலிய நூலைக் கூட்டன்பர்கு என்பவர் வெளியிட்டார். இது அதற்கு முன்பு அச்சடித்த எல்லா நூல்களையும்விட மிகவும் பெயர் பெற்ற நூலாகும். எனவே அச்சடித்தலின் கண்டுபிடிப்புப்பற்றிய செய்திகள் பெரும்பாலும் கூட்டன்பர்கை இணைத்தே பேசப்படுகின்றன. இந்த விவிலிய நூலில் 1447 பக்கங்கள் 42 வரிகள் உள்ள இருகலங்களாகப் (columns) பிரிக்கப்பட்டிருந்தன. கையெழுத்துக்களை அச்செழுத்தால் பொறிக்கும் அரிய பணியைக் கூட்டன்பர்கு செய்ததால் நாளடைவில் அவருடைய கண்பார்வையும் குறையத் தொடங்கியது. 1460இல் அவர் கிட்டத்தட்ட ஒரு முழுகுருடராகவே மாறிவிட்டார். அடுக்க முடிந்த தனித்தனி அச்செழுத்துக்களைக் கொண்டு கரடுமுரடாக அச்சிடும் பணி கூட்டன்பர்குக்கு முன்னரே ஆலந்து (Holland) நாட்டில் தொடங்கிவிட்டது. டச்சுநாடு அச்சடிப்பின் கண்டுபிடிப்புகளை இலாரன்சு, ஜான்மூன் காஸ்டர் என்ற ஹார்லம் நகரத்தைச் சேர்ந்த அறிஞருடன் இணைத்துக் கூறுகிறது. இந்த வரலாற்றியலான போராட்டம் பல அறிஞர்களின் ஆய்வுக்குப் பிறகும் அச்சடிப்புத் தொழிலின் உண்மையான முன்னோடியைக் கண்டறியத் தவறிவிட்டது. ஐரோப்பாவிலும் அமெரிக்காவிலும் உள்ள அரும்பொருள் காட்சியகங்களில் தொட்டில்முறை அச்சடிப்பாலான அச்சுச் சிதிலங்கள் காக்கப்பட்டு வருகின்றன.

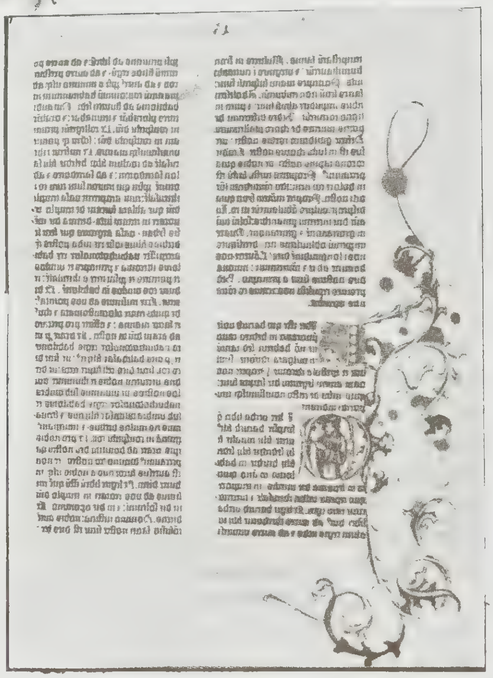
கூட்டன்பர்குக்கும் காஸ்டருக்கும் முன்னமேயே கி.பி. 1100இல் மண்ணாலான கோக்கும் தனித்தனி அச்செழுத்துக்களைக் கொண்டு, பீ செங் என்ற சீன நாட்டினர் அச்சடித்துள்ளார். சீன மொழியின் எண்ணிறந்த எழுத்துக்களும் கிளை மொழிகளும் அச்சடிப்புக்கு ஏற்ப அமையவில்லை. எனவே 150 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு இந்தக் கோக்கும் அச்செழுத்துமுறை கைவிடப்பட்டது. சீன அச்சுத்தொழிலின் வீச்சு ஐரோப்பாவின் மீது பெருந்தாக்கம் எதுவும் விளைவிக்கவில்லை. கி.பி. 764இல் ஜப்பான் நாட்டில் சொட்டாக்க அரசில் முதன்முறையாகப் பேரளவு அச்சடிப்புச் செயல்முறை தொடங்கியது. வழிபாட்டுப் பாடல்களின் கோடிக்கணக்கான படிகள் களிமண்ணால் செய்யப்பட்ட எழுத்துக்களின் மேல் உலோக மேற்பூச்சுப் பூசி அந்த எழுத்துக்களைக் கொண்டு அச்சடிக்கப்பட்டன.

அச்சடிப்புத் தொழிலை எவர் கண்டுபிடித்தார் என்று தெரியாவிட்டாலும் பல்லாயிரம் கோடி மடங்கு பணப் புழக்கமுள்ள இந்தத் தொழில் மனிதகுல வரலாற்றி

லேயே ஒரு சிறப்புமிக்க தொழிலாகும். இது மனித வரலாற்றையே புரட்சிகரமாக இரு வகைகளில் மாற்றி அமைத்துள்ளது. கூட்டன்பர்கு பயன்படுத்திய கோக்கும் அச்செழுத்துக்களைக் கொண்டு முதன்முறையாகத் தனித்தனி எழுத்துக்களால் சொற்களையும், சொற்கள் மூலம் வரிகளையும், வரிகளைக் கொண்டு பக்கங்களையும் மை தடவி அச்சடிக்க முடிந்தது. அச்சடித்து முடிந்ததும் மையைக் கழுவிவிட்டு எல்லாப் பக்கங்களிலும் உள்ள வரிகளில் அடங்கிய சொற்களில் உள்ள எழுத்துக்களை மறுபடியும் தனி எழுத்துக்களாகப் பிரிக்க முடிந்தது. பிரித்து எடுக்கப்பட்ட எழுத்துக்கள் எழுத்துப் பெட்டியின் தனி அறைகளில் தனித் தனியாக இடப்பட்டன. இந்த எழுத்துக்கள் மீண்டும் அச்சுக்கோக்க ஆயத்தமாக இருந்தன. தனி அச்சு எழுத்துகளைக் கண்டுபிடிக்கும் முன் மேலைநாட்டில் அச்சுக்கட்டையால் (block) அச்சடிக்கும் முறை மட்டுமே நிலவியது. மரத்திலான கட்டைகளில் ஓர் எளிய படமோ எழுத்தோ வெட்டிப் பொறிக்கப்படும். அச்சடிக்கப்பட வேண்டாத பகுதிகள் தனியாக வெட்டி எடுக்கப்படும். மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட சொல்லை எழுத வேண்டும் என்றால், அதை மரக்கட்டையில் படங்களைப்போலப் பொறிக்க வேண்டும். எனவே, இவ்வெழுத்துக்களைப் பிரிக்கவோ மீண்டும் கோக்கவோ முடியாது.

இந்தக் கண்டுபிடிப்பின் இரண்டாவது சிறப்புக்கூறு இது மேலை உலக வரலாற்றிலேயே மனித உழைப்பால் ஒரு நூலின் பல படிகளை எடுக்க வழிவகுத்தது என்பது தான். கூட்டன்பர்கும் காஸ்டரும் இம்முறையைக் கண்டுபிடிக்கும் முன்பு ஒவ்வொரு புதிய படியையும் கையால் எழுதி உருவாக்க வேண்டி இருந்தது. தூவிகள் கொண்டோ இறகுகள் கொண்டோ ஆட்டுத்

படம் 1. கூட்டன்பர்கு அச்சுக் கூடம்



பதினைந்தாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் ஜான் கூட்டன்பர்கு அச்சுக் கோக்கக்கூடிய தனித்தனி எழுத்துக்களைக் கண்டுபிடித்தது. அச்சடித்தலை வளர்த்து மறுமலர்ச்சிக்கு வழிவகுத்தது. (மேலுள்ள பக்கம் கூட்டன்பர்கின் விவிலியத்தில் உள்ளது). வலதுபுறம் உள்ள படம் மேற்கு ஜெர்மனியில் உள்ள மெயின்சு நகரின் அருங்காட்சியகத்தில் உள்ள அவருடைய அச்சகப் பொருள்களைக் கொண்டு மீளாக்கம் செய்யப்பட்ட அச்சகம்-ஜெர்மன் செய்தி மையம்.

தோலில் எழுத்துகள் எழுதப்பட்டன. பிறகு இவற்றில் வேண்டிய கையெழுத்துகளோ படங்களோ அழகு வரைவுகளோ பொன் இலைகள் கொண்டு பல வண்ணங்களில் வரையப்பட்டன. இதற்குக் கைத் திறம் வாய்ந்த கை வினைஞர்கள் தேவைப்பட்டனர். அச்சு கண்டுபிடித்ததும் மிக எளிமையாக முற்றொரு மித்த படிகளை உருவாக்கல் எளிதாகியது. இது அச்ச டிப்பாளரின் தொழில்நுட்ப வசதியைப் பொறுத்து எளிய செலவில் குறைந்த காலத்தில் எண்ணற்ற செய்தி களைப் பரப்ப உதவியது. இதனால் எழுத்தறி யாமையைப் போக்க முடிந்தது. கல்வி பரவலாகியது.

இப்படிப்பட்ட அச்சடிப்பால் பல படிகள் உருவாக்க முடிந்தன. தொடக்கக் காலத்தில் இது ஒரு மாயமந்திர மாகவே கருதப்பட்டது. எனவே, அச்சுத் தொழி லுக்கு அதன் தொடக்கக் காலத்தில் ''கரும்பேய்க் கலை'' என்ற பெயர் நிலவியது.

தற்கால அச்சடிப்பு முறையின் படிமலர்ச்சி

ஐந்துவித பெருமாற்றங்களுக்குப் பிறகே தற்கால அச்ச டிப்புமுறை படிப்படியாக வளர்ந்து உருவாகியது என லாம். இதில் கோப்பதற்கு ஏற்ற தனித்தனி எழுத்துக் களைக் கண்டுபிடித்தது முதல் படிநிலையாகும். 400 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் (composing machine) கண்டுபிடித்தது இரண்டாம் படிநிலை யாகும். இந்த அச்சு எந்திரங்களுக்கு மனித உழைப் பைப் பயன்படுத்தாமல் இயற்கை ஆற்றலைப் பயன் படுத்தியது மூன்றாம் கட்டமாகும். இந்தக் கட்டம் உயர்வேக, தொடர்புற்ற, பன்னிறச்(multi - colour) சுழல் இயக்க அச்சு எந்திரத்துக்கு வழி வகுத்தது. ஒளிப் பட இயலை அச்சடிப்புச் செயல்முறைக்குப் பயன்படுத்தி யது நான்காம் கட்டமாகும். முதலில் ஒளிப்பொறிப்பு முறையும் (photo-engraving), பின்னர் மறுதோன்றி (offset) முறையும், அதற்குப் பிறகு ஒளி எழுத்துவரை முறையும் (phototype graphy) அச்சுக்கோக்கப் பயன் படுத்தப்பட்டன. மின்துகளியலின் (electronics) பயன் பாடுகளை அச்சுத்தொழிலுக்குப் பயன்படுத்தியது ஐந் தாம் கட்டமாகும். கணிப்பொறிகளைப் பயன்படுத்தி யது வேகத்தை அதிகமாக்கித் தெளிவைக் கூட்டிக் கட் டுப்பாட்டைக் கச்சிதப்படுத்தித் திட்டமிடலையும் கை யாளுதலையும் முன்னேற்றியது. சம்பளப்பட்டியல் போன்ற பதிவுகளை உருவாக்க இம்முறை பெரிதும் பயன் படும். கணிப்பொறி செய்திகளைத் தக்க இடங் களில் தேக்குவதால் குறிப்பிட்ட வரியில் தேவைப்படும் எழுத்துக்களை அல்லது வரி நீளத்தை அதனால் தெளிவாகக் கட்டுப்படுத்த முடியும். சீரான முன் கணித்த (Predetermined) நீளத்தையும் தக்க சொல் இடைவெளியையும் கணிப்பொறி எளிதாகவும் வேக மாகவும் உருவாக்க வல்லது. பிறகு நிறம் அலகிடு வான் (colour scanner), நிறம் பொறிப்பான் ஆகிய மின் துகளியல் அமைப்புகள் நிறப்பிரிப்பையும் அச்சுத்தட்டுப் பொறிப்பையும் தன்னியக்கச் செயல்முறைகளாக மாற்றின. மேலும் நிலைமின் முறையால் அச்சடிக்கும் போது மை பரவச் செய்யவும் கட்டுப்படுத்தவும். மின் துகளியல் அமைப்புகள் ஏற்பட்டுள்ளன. மைத்தூளைத் தாளில் அல்லது பிறபொருளின் மேற்பரப்பில் தூவி உருகச்செய்து நிலைமின் முறையால் அச்சடிக்கும் முறை தனியொரு ஒப்பற்ற செயல்முறையாகத் தற் போது உருவாகியுள்ளது. அச்சடிப்புத் தொழில் தற் கால முன்னேற்றங்களால் மனிதகுல நாகரிகத்தின் மதிப்பு வாய்ந்த செய்தித் தொடர்பு அமைப்பாக வளர்ந்துள்ளது.

சிப்பங்கட்டல், விளம்பரம் செய்தல், செய்தித் தொடர்பு போன்ற பலவகைப்பட்ட தேவைகள் தற் காலத்தே பல்கிப் பெருகி வளர்ந்து கொண்டே போவ தால் தற்காலத்திலுள்ள அச்சடிப்பு முறைகளின் வளர்ச்சியையும், நிலைப்பையும் பற்றி முன்கணிப்பது அரிதாகிவிட்டது. அச்சுக் கோத்தல், அச்சடித்தல், அச்சடித்த பொருள்களைப் போக்குவரத்து செய்து பரப்பல் ஆகிய துறைகளில் பல மாற்றங்கள் ஏற்படு வதற்கான அகநிலை வாய்ப்புகள் தற்போது நிலவு கின்றன.

கீழே தரப்படும் தனித்தன்மை வாய்ந்த அணுகுமுறை களையும் வளர்ச்சி முறைகளையும் கவனித்தால் அச்சுத்தொழிலின் எதிர்கால வளர்ச்சிக்கான வாய்ப்பு கள் மிகவும் தெளிவாகும்.

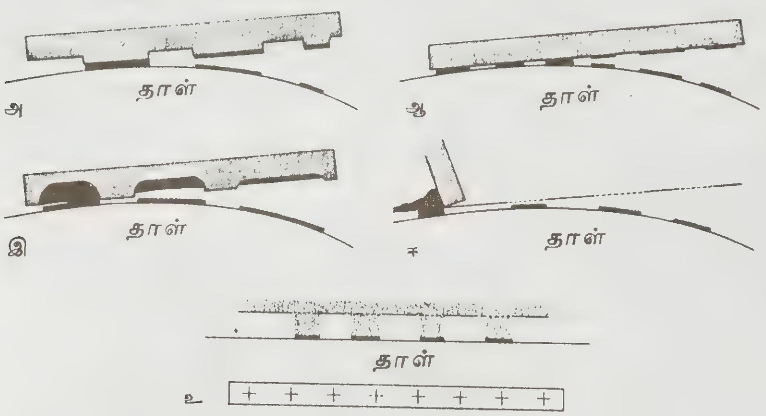
1. அச்சுக்கோப்புத் தொழிலில் ஏற்பட்டுள்ள நேர டிப்பதிவு முறைகளும் ஒளிப்பட முறைகளும் உலோக உருக்கு முறைகளுடன் போட்டியிட வல்லன. தற்காலத்தில் தட்டுப்பதிவு முறையால் தாளில் அல்லது காந்தநாடாவில் அச்சடிப்புப் பக்கத்தில் படியை உரு வாக்க முடியும். அவற்றைக் கணிப்பொறிக்குள் ஊட்டி எல்லா வரிகளையும் சரிப்படுத்தித் திருத்தி அச்சுத்தட்டு உருவாக்குவதற்கு ஏற்ற படியை அல்லது நகலை உரு வாக்க முடியும். காண்க, அச்சுக்கோத்தல் (composition of types).

2. தன்முகவரித் தாள்கள் (letterhead), பன்னிற அச்சடிப்புகள், ஒற்றை வரித்தாள்கள் (monograms), ஆகியவற்றை ஒற்றைப் பதிவு (single impression) முறை யால் அச்சிட முடியும். வண்ணப்பாய்வு முறையால் எந் திரத்துக்குள்ளேயே அச்சடிக்கும் நேரத்திலேயே இங்கி லாந்தில் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஓர் அச்சு எந் திரத்தில் அச்சுத்தட்டுக்கு வண்ணமூட்டுகின்றனர்.

3. அரைவரித்திரை (halftone screen) இன்றியே நிறத்தையும் தொடர் வரியையும் (continuous tone) மீளாக்கம் செய்யக்கூடிய திரையிலாக் கல்லச்சு வரை முறை தற்காலத்தில் (screenless lithography) உருவாக் கப்பட்டுள்ளது.

4. நிலைமின் செயல்முறைகளால் வண்ணநகலை (colour proofs) உருவாக்கல்.

படம் 2. மைப் பதிப்புச் செயல் முறைகள்: இந்தப் படத்தில் தாள் அச்சிடும் பொருளாக அமைந்துள்ளது. குழைமங்கள் (Plastics), படலங்கள் (foils), துணிகள் இவையொத்த மாற்றுப்பொருள்களும் அச்சிடப் பயன்படலாம்.



அ. தட்டுப் பதிவுமுறை. மை தடவிய தட்டு, தாளில் பொருந்தி எழும்புதல்.

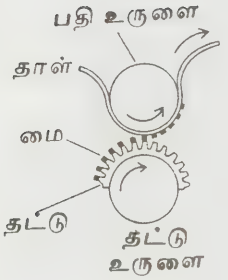
ஆ. சமதள அச்சு முறை. அச்சிடும் பரப்பும் முழுதும் மையால் தடவப்பட்டு அதிலுள்ள படிமங்களைத் தாளில் பதித்தெடுத்தல்.

இ. குடைவு அச்சுமுறை. அச்சுத்தட்டில் உள்ள கண்களில் மை தேங்கி இருக்கும் கண்ணின் ஆழத்தைப் பொறுத்து மையின் அளவு தாளுக்கு மாற்றப்படும்.

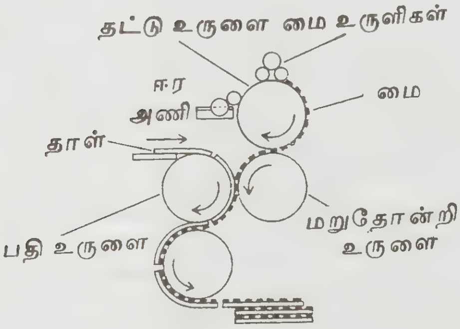
ஈ. திரைக்கசிவு முறை. திரையிலுள்ள துளைகள் வழியாக மையைத் தாளுக்கு மாற்றல்.

உ. நிலைமின்முறை. மைத்தூள் திரையின்திறப்புகள்வழியாக (படிமம் உள்ள பரப்பில்) நிலை மின்னியலாக ஈர்க்கப்படல். இம்முறையில் திரைக்கும் தாளுக்கும் தொடர்பு ஏதும் இருக்காது.

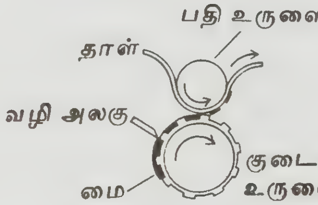
படம் 3. அச்சிடும் முறைகள்.



அ. தட்டுப் பதிவு முறை.



ஆ. சமதள அச்சு முறை.



இ. குடைவு அச்சு முறை.

படம் 4. அச்செழுத்து வகைகள்

இடமிருந்து வலமாக : தட்டுப்பதிவு எழுத்து, செதுக்கு அல்லது குடைவு எழுத்து, சமதள எழுத்து, துளை அல்லது திரை எழுத்து.

5. செய்தித் தாள்களிலும் பல வண்ணங்கள் அச்சிடப்படுகின்றன. அதற்கான முன்னச்சடிப்புச் செயல் முறைகள் (pre-printing processes) தற்காலத்தே உருவாகியுள்ளன,

6, ஒரு தொழிலகத்தின் தேவைகளுக்கு நகல்வரை முறையால் (Xerography) ஒரு சில படிகளை எடுத்துக் கொள்ள முடியும்.

7. முப்பரிமாண விளைவை அல்லது 3-D அல்லது ஹோவரைமுறை (Xography) விளைவைச் சில சிறப்பு வகை ஒளிப்பட நுட்பங்களால் அலைத்தள அடுக்கு அமைந்த மேற்பரப்பில் உருவாக்கலாம்.

விரிந்து வளர்ந்து வரும் நெளிவியல்புடைய தன்மையால் அச்சுத்தொழில் ஒரு முறையிலிருந்து மற்றொரு முறைக்கு மாறிக்கொண்டே இருப்பதால் ஒவ்வொரு முறையையும் அதனுடைய விலை, தரம், அளவு ஆகிய பண்புகளை ஒப்பிட்டு மதிப்பிடுதல் முடியாது, அச்சுத் தொழிலில் ஏற்பட்டுள்ள ஒவ்வொரு வளர்ச்சியும் ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட தேவையை நிறைவு செய்கிறது. அந்த அளவில் அது நாட்டுப் பொருளாதாரத்திற்கு வலிவூட்டுகிறது. இந்த அச்சடிப்புச் செயல்முறைகளுக்கிடையே தம்முடைய தொழில் நுட்ப முறையை வளர்ப்பதில் ஓர் உயிர்த்துடிப்புள்ள போட்டி நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது. அதுமட்டுமன்றி எல்லா நிறுவனங்களிலும் நகல்வரையும் சாதனங்கள் தவிர்க்க முடியாத பகுதிகளாகிவிட்டன. இந்த எந்திரங்களைக் கொண்டு எவ்வளவு கோடிக்கணக்கான படிகள் அச்சடிக்கப்படுகின்றன என்பதைச் சொல்ல முடியாது. ஆனால் இந்த எந்திரங்கள் அச்சடிப்புச் சாதனங்களுள் அடங்கா. இருந்தாலும் இந்த இருவேறு செயல்முறைகளையும் முற்றிலும் தனித்துப் பிரிக்க முடியாது என்பதும் உண்மையே,

அண்மையில் அச்சடிப்புத் துறையில் ஐந்து பொது வகைச் செயல்முறைகள் பயன்படுகின்றன.

1. தட்டுப்பதிவு முறை (Release Printing). இது தனி எழுத்து அச்சடித்தல், இதில் எழுத்துக் கோத்து அச்சடித்தல் நெளிவு வகை முறை அச்சடித்தல், சுழல்வு அச்சடிப்பு ஆகிய அச்சடிப்பு முறைகள் அடங்கும். எழுத்து வார்ப்பு அச்சடிப்பு முறையும் மறுதோன்றி அச்சடிப்பில் பயன்படலாம்.

2. சமதள அச்சுமுறை (Planography). இதில் மறுதோன்றித் திரையிலாக் கல்லச்சுமுறையும்,3-D, ஒளிப்பசை (photoemulsion) அச்சடிப்பு முறையும் அடங்கும்.

3. குடைவு அச்சுமுறை (Gravure). இதில் ஒளிப்பொறிப்பு (photogravure) முறையும், சுழல் பொறிப்பு (rotogravure) முறையும் அடங்கும்.

4. திரை அச்சுமுறை. இது முன்பு வெள்ளித்திரை அச்சடிப்பு (silver screen printing) என வழங்கப்பட்டது.

5. நிலைமின் அச்சுமுறை (electrostatic printing). இதில் நகல் வரைமுறை (Xerography), அழுத்தமிலா நிலைமின் அச்சுமுறை ஆகியவை அடங்கும்.

தட்டுப்பதிவு முறையில் அச்சிடும் பரம்பில் எழும்பி நிற்கும் எழுத்துகள், கோடுகள், புள்ளிகள் ஆகியவற்றின் மேற்பொருக்குகள் அமைந்திருக்கும். இவற்றின் மீது மையைத் தடவித் தாளில் ஒற்றினால் அச்சடித்தல் நிகழும். அச்சடிக்க வேண்டாத பரப்பு அச்சிடும் பரப்புக்குச் சற்றுக் கீழே அமைந்திருக்கும். பழைய கல்லச்சு வரை (lithography) முறையில் புரைகள் உடைய கற்களில் பதியும்படி எழுத்துகளின் மீதும் மெழுகு நெய்யைத் தடவி அச்சடித்தனர். மற்றொரு முறையில் தாளின் மேல் தேவையான படத்தை வரைந்து அதைக் கல்லின் மேல் பதித்து அச்சடித்தனர். கல்லின் மேற்பரப்பு பஞ்சால் அராபிய ஒட்டுப்பசையில் தோய்த்து அச்சுப்படியாப் பரப்பு ஈரம் மட்டும் ஏற்கும் படியும், மெழுகுநெய்யுள்ள பரப்பு மையை மட்டும் ஏற்று ஈரத்தை எதிர்க்கும்படியும் செய்யப்பட்டது. ஆனால் அந்தப் பகுதி மெழுகு மையை ஏற்கும் நீரால் நனைத்த மேற்பரப்பு மையில் ஒற்றப்பட்டு எடுக்கப் பெறும். அப்போது கல்லில் அச்சிடும் படிமம் மட்டும் படியும். அந்தக் கல்லின் மேல் தாளை வைத்து ஒற்றி எடுத்தால் தாளில் கல்லில் உள்ள படிமம் படியும். இதை நேரடிக் கல்லச்சு முறை என்பர். இம்முறை அச்சடிப்புக்குப் பெரிதும் பயன்படுவது இல்லை. ஆனால், நுண்கலைகளை வரைபடங்களில் இருந்து அச்சடிக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இந்தக் கல்லச்சடிப்பு முறை கையெழுத்து எந்திரத்தில் செய்யப்படும். வணிக முறையில் மறைமுகக் கல்லச்சு முறையே பெரிதும் பயன்படுகிறது. இதை வெறும் கல்லச்சுமுறை அல்லது மறுதோன்றி அச்சுமுறை (Offset printing) என்பர். இதனுடைய கோட்பாடு முன்னர் கூறியதைப் போன்றதே. மெழுகும் நீரும் ஒன்று கலவா என்றாலும் தட்டில் உள்ள மை தடவிய படிமம் மறுதோன்றி உருளைக்கு முதலில் மாற்றப்படும். இது பிறகு அந்த அச்சுப் படிமத்தை மறுதோன்றி உருளைத் தாளில் அச்சடிக்கும். எனவே இந்தச் செயல்முறைக்கு மறுதோன்றி அச்சடிப்புமுறை என்று பெயர் வந்தது.

குடைவு அச்சுமுறை என்பது ஒரு தட்டு அல்லது உருளையில் மையை ஏற்கும்படி நுண்ணிய சிறு கண்கள் அல்லது சிற்றறைகளைப் பொறித்து அதில் மையைத் தடவி அச்சடிக்கும் முறையாகும். இந்தத் தட்டிலுள்ள கண்கள் மையால் நிரம்பியதும் ஓர் அலகால் (blade) கூடுதலான மை நீக்கப்படுகிறது. எனவே இந்தக் கண்களில் ஆழமும் அளவும் அச்சிடும் பரப்பில் உள்ள பதியும் மையின் அளவைத் தீர்மானிக்கும். எனவே இந்த முறையில் நிறைய அளவு மை செலவாகும். குடைவு அச்சுமுறையின் நிறங்கள் செழுமையாக இருப்பதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

திரை அச்சடிப்பு அல்லது புரை அச்சடிப்பு என்பது திரையில் மையைத் தடவி நுண்ணிய திரைத்துளைகள்

அல்லது புரைகள் (pores) வழியாக மையைப் புகச் செய்து கண்ணாடி, உலோகம் அல்லது தாள் பரப்பில் அச்சடிக்கும் முறையாகும். திரையில் அச்சடிக்க வேண்டிய படம் அல்லது எழுத்து அமைவு இருக்கும். இந்த முறையில் அச்சடிக்கும் அளவு மிகக் குறைவு என்றாலும் இம்முறை எந்திரமயமாக்கப்பட்டுள்ளதால் மிகவும் பயனுள்ளதாகும். இந்த முறையிலும் மை அதிகமாகச் செலவாவதால் இந்தச் செயல்முறை களில் செய்யப்படும் அச்சுகளின் நிறம் செழுமையாக அமையும். இது விளம்பரச் சுவரொட்டிகளும், நுண் துளைப்படங்களும் அச்சடிக்க மிகவும் ஏற்றது.

நிலைமின் அச்சுமுறை ஓர் அச்சடிப்பு முறையாகக் கருதப்படாமல் நகல் எடுக்கும் முறையாகவே முன் பெல்லாம் கருதப்பட்டது. வேகத்தைப் பொறுத்து இவை மாறுபட்டாலும் இந்த இரண்டு செயல்முறை களின் வேறுபாட்டையும் கண்டறிதல் அரிது. நகல் எடுக்கும் சாதனங்கள் மிகவும் வேகம் உள்ளவை. எனவே அவை அலுவலகங்கள், நிறுவனங்கள் ஆகிய வற்றுக்குத் தேவையான குறைந்த படிகளை அச்சடிக்க உதவும். இத்துடன் அழுத்தம் இல்லா நிலைமின் அச் சடிப்பு முறை மனிதச் செயல்முறையாகப் போட்டி யிடத் தொடங்கி உள்ளது. பொட்டலங்கள் அவற்றில் வைக்கவேண்டிய சில வகைப் பொருள்களை அடக்கிய வுடன் அச்சிடப்படுகின்றன. கண்ணாடிக்குப்பிகள், மற்ற ஒழுங்கற்ற வடிவக் குழைமங்கள் (plastics) ஆகியவற்றை அழுத்தமின்றி அச்சடிக்க இம்முறை பயன்படுகிறது. நகல் வரைமுறை என்பது அடிப்படையில் மைத் தூளைப் பயன்படுத்தும் முறையாகும். இந்த மைத் தூள் நிலைமின் ஊட்டத்தால் ஒரு திரை வழியாகப் பரப்பப்பட்டுப் படிமத்தை உருவாக்கும். இந்த முறை யில் எந்தப் பொருளையும் அச்சடிக்கலாம். முரட்டுத் துணிகள், ஒழுங்கற்ற மென்பரப்புகள் ஆகியவற்றின் மீதும் நிலைமின் முறையால் அச்சடிக்கலாம். காண்க, தட்டுப் பதிவு அச்சடிப்பு; சமதள அச்சுமுறை; குடைவு அச்சுமுறை; திரை அச்சுமுறை; நிலைமின் அச்சுமுறை.

நூலோதி

1. மா.சு. சம்பந்தன், அச்சுக்கலை, தமிழர் பதிப்பகம், சென்னை-1, 1960.
2. மா.சு. சம்பந்தன், அச்சும் பதிப்பும், தமிழர் பதிப் பகம், சென்னை-1, 1980.
3. கலைக்களஞ்சியம், தொகுதி ஒன்று, தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.
4. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, vol. 10, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.
5. *Encyclopaedia Americana*, vol. 22, Americana Corporation, Danbury, (Connecticut, 1980.

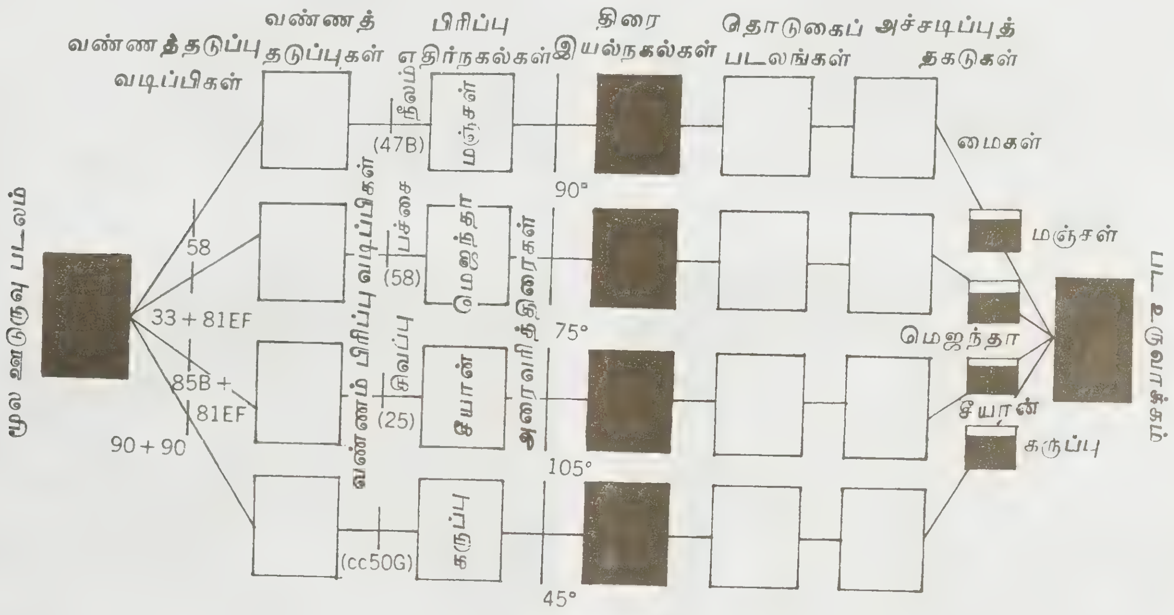
அச்சடித்தல், வண்ண

வண்ண ஒளிப்படம், வண்ண ஓவியம், பல்வேறு தனித்தனி வண்ணப் பகுதிகள் அமைந்த வரைபடம் ஆகியவற்றின் பல படிகளை எடுக்கும் செயல்முறையின் அறிவியலும் கலை நுட்பமும் வண்ண அச்சடித்தல் எனப்படும். இது இருவகைப்படும். முதல் வகை வண்ணப்பட உருவாக்க முறையில் நீர்வண்ண ஓவியங் கள், எண்ணெய்வண்ண ஓவியங்கள் (oil paintings), ஓவியர்களின் கை வரைவுகள், வெளி உலகத்திலுள்ள பொருள்கள், ஆட்கள், காட்சிகள் ஆகியவற்றிலிருந்து ஒளிப்படமுறையால் உருவாக்கப்பட்ட மூலங்களி லிருந்து (originals) வண்ண அச்சடிப்பு செய்யப்படு கிறது. இம்முறை அஞ்சல் அட்டைகளுக்கும் விளம்பரப் படங்களுக்கும் (posters) புத்தக விளக்கங்களுக்கும், செய்தி இதழ் விளம்பரங்களுக்கும், நாட்காட்டிகளுக்கும் பயன்படுகின்றது. இதிலுள்ள ஓவியங்கள் தம் தன்மை யில் பட இயல்புடையவை. இந்தப் படங்கள் இயற்கைக்காட்சி, தனி மனிதன் அல்லது பொருள் போன்றவற்றின் சிக்கலான பட விவரங்கள், நிறங்கள், வரி நிழல்கள் ஆகியவற்றால் ஆனவை. இரண்டாம் வகைவண்ணப்பட உருவாக்கங்களில் வரைபடப் படிமங் களின் மூலங்கள் முதலில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதில் வரி நிழல் வேறுபாடுகள் (total variation) அமையா. கோடுகளாலேயே எல்லா விவரங்களும்வரை யப்பட்டிருக்கும். இவ்வகைப் படங்கள் பொதுவாகக் கோட்டு வரைபடங்களாகவே இருக்கும். சிப்பங்களின் மேல் அமையும் விளம்பரங்கள், திரைப்பட விளம்பரங் கள், தன்முகவரிக் கடிதங்கள் (letter heads), புத்தகத் தின் மேல் அட்டைகள், பொருள் விவரக்குறிப்புத்தாள் கள் (labels) ஆகியவை இம்முறையில் செய்யப்படுகின் றன. இவை பட இயல்பற்றவை. இவற்றில் திண்பரப்பு களும் கோட்டு வரிகளும் மட்டும் அமையும். இவற்றில் அமையும் வண்ணங்களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவு. இவற்றில் அடங்கும் விவரங்களும் எளியவை. வரி நிழல் வேறுபாடுகள் எவையும் இவற்றில் இரா. இவ் வகையைச் சார்ந்த ஒருசில படங்களில் வரைபடக் கோடுகளும் பட இயல்புக் கூறுகளும் இணைந்து அமை வதும் உண்டு.

வண்ண உருவாக்கக் கோட்பாடு (colour reproduction theory). ஒளிப்படங்களிலிருந்தோ ஓவியரின் மூல வரைவுகளிலிருந்தோ ஒளி-இயக்க அச்சடிப்பு முறை யால் (photo mechanical printing process) உருவாக்கப் படும் வண்ணப்படங்கள் எளிய தனித்தனி வண்ண உருவாக்கத் தத்துவத்தைப் (subtractive colour reproduction principle) பயன்படுத்துகின்றன. மூலங்களின் ஒளிப்படப் பதிவுகள் நீலம், பச்சை, சிவப்பு ஆகிய தனி நிற வடிப்பிகள் மூலம் வடித்த பதிவுகளிலிருந்து எளி தாக உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்தத் தனித்தனிப் பதிவு கள் பிறகுமுறையே மஞ்சள், மெஜந்தா, சியான் அச்சுத் தகடுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்த அச்சுத்தகடு களின் மேல் மையைத் தடவி அச்சடித்து வண்ணப்படங்

கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவ்வகையைச் சார்ந்த மை, ஊடுருவுந்தன்மை உடையதாக அமையவேண்டும். மஞ்சளும், மெஜந்தாவும் இணைந்து சிவப்பு நிறம் உண்டாகும். மஞ்சளும் சீயானும் இணைந்து பச்சை

(colour separation), வண்ணம் திருத்தல் (colour correction), அரைவரித் திரையிடல் (halftone screening) ஆகிய செயல்முறைகள், முழுதும் தனித்தனி நிறத் தகடுகள் செய்வதற்கேற்றபடி தனித்தனி எதிர்



படம் 1, வரைபடக் கலைமுறையில் வண்ணம் உருவாக்கும் முறை.

நிறம் உண்டாகும். மெஜந்தாவும் சீயானும் இணைந்து நீலநிறம் உண்டாகும். மஞ்சள், மெஜந்தா, சீயான் மூன்றும் இணையும்போது கருப்பு நிறம் உருவாகும். அரைவரித்திரை மூலம் தனித்தனி நிறத்தில் உள்ள வரி நீழல் வேறுபாடுகள், புள்ளி மற்றும் கண்ணறைகளாலான (dots and cells) படிமங்களாக உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த அரைவரி நீழல் வேறுபாடு கருப்பு வெள்ளைப் படங்களுக்கு உருவாக்குவதைப் போன்றதே. அச்சடிப்பு முறையைப் பொறுத்துப் பயன்படுத்தப்படும் தொழில் நுட்பம் மாறுபடும்.

மஞ்சள், மெஜந்தா, சீயான் தகடுகளுடன் கருப்புத் தகடுகளும் வண்ணப்படங்களை உருவாக்கப்பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கருப்புத்தகடு பட உருவாக்கத்தின் ஒளி நீழல் வேறுபாடுகளை அதிகமாக்கித் தரத்தை உயர்த்துகிறது. கருப்புத் தகட்டைப் பயன்படுத்தி ஒளி இயக்கச் செயல்முறையில் வண்ணப்படங்கள் உருவாக்கப்படும்போது அந்த முறைக்கு நான்கு வண்ண அச்சடிப்பு முறை என்ற பெயர் வழங்குகிறது. காண்க, மை ஒளிப்பட இயல்; வண்ணம்; அச்சுத்தகடுகள் செய்தல்.

ஒளிப்படமுறையில் வண்ணம் பிரித்தல் (photographic colour separation). வண்ணப்படம் உருவாக்கும் செயல்முறை வட்டிப்பின் (cycle) இந்தக் கட்டம் (stage) கீழ்க்கண்ட செயல்களை உள்ளடக்கும். இதில் மூல ஒளிப்படப் படங்களிலிருந்து வண்ணம் பிரித்தல் அல்லது இயல் நகல்களை (negative or positive) உருவாக்கல் ஆகியவை அடங்கும். இதற்குப் பயன்படும் மூலம் (original) ஒளி ஊடுருவு படலமாகவோ அல்லது ஒளிப்படமாகவோ இருக்கலாம்; ஓவியரின் ஓவியமாகவோ ஒளிப்பட வண்ண நகல்களாகவோ இருக்கலாம். இதற்குப் படங்களில் உள்ள காட்சி, பொருள் அல்லது மனிதரை நேரடியாகப் பயன்படுத்தியும் தனித்தனி வண்ண நகல்கள் எடுக்கலாம்.

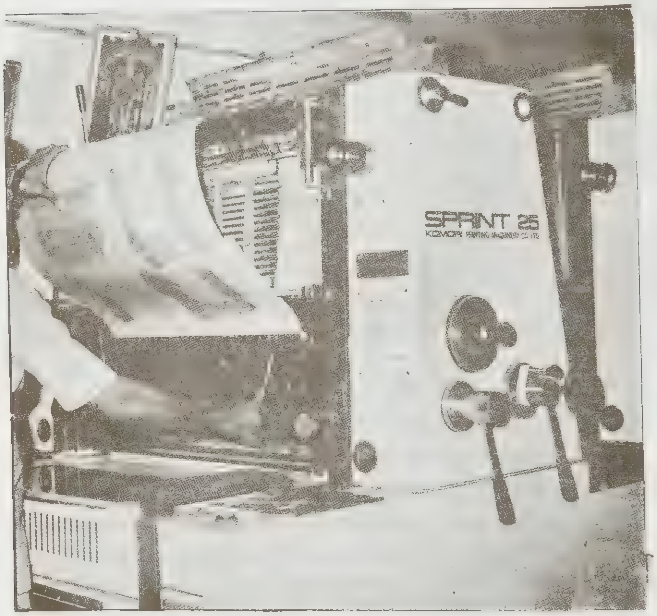
ஒளிப்பட முறையில் வண்ணம் பிரிப்பதற்காகப் பயன்படுத்தும் சாதனம் வரைபடக்கலை ஒளிப்படக்கருவி (graphic arts camera) யாகும். இந்தச் சாதனத்தின் மூலம் மூலப்படிமத்தின் இறுதி அளவைப் பெரிதாக்கவோ சிறிதாக்கவோ செய்யலாம். சில நேரங்களில் வண்ணம் பிரிப்பதற்காக, வெற்றிடத் தொடுகைப் படலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த முறை உருவாக்கும் படிமம் மூலஒளி ஊடுருவு படலத்தில் உள்ள படிமத்தின் அளவுடன் ஒத்து அமையும். வண்ணம் திருத்தல் அல்லது வண்ணம் தடுத்தல் (colour correction or colour masking), வண்ணம் பிரிப்பதற்கு முன்பு பயன்படும் செயல்முறையாகும். இச்செயல்முறையின் பயன், அச்சிடும் மை, வண்ணம் பிரிப்பு வடிப்பி, மூலப்படப் படலம் ஆகியவற்றில் உள்ள வண்ணக்குறைகளைத் திருத்திச் சரிகட்டுதலே. இந்த வண்ணந் தடுப்புச் செயல்முறை, பட உருவாக்கத்தில் அமையும் வரிநீழல் சமநிலையை முன்னேற்றுகிறது. இந்தச் செயல் முறையைத் தவிர்த்தால் உருவாக்கப்படும் வண்ணப்

படத்தின் தரம் குறையும். எனவே, வண்ணம் பிரிப்ப தற்கு வண்ணந்திருத்தல் செயல்முறை தவிர்க்க முடியாத உடன் செயல்முறையாகும். படம் 1இல் உள்ள வண்ணப்பட உருவாக்கச் செயல்முறை விளக்கப் படம் நடைமுறையில் உள்ள ஒளிஊடுருவு படத்தி லிருந்து வண்ணம் பிரிப்பதற்கான தக்க விரேட்டன் வடிப்பி எண்களைத் (Wratten filter numbers) தருகிறது. வண்ணந்திருத்திகள் (masks) பலவண்ண ஒளிப் படப் பொருள்களால் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றின் அடர்த்தி மூல ஒளி ஊடுருவு படலத்தைப் போல 40 விழுக்காடாக அமைய வேண்டும். இவ்வண்ணந்திருத் திகள் தயாரிக்கப்பட்டு உலர்த்தப்பட்டதும் மூலப்பட லத்துடன் இணைக்கப்படுகின்றன.

வண்ணம் பிரிப்பு எதிர் நகல்கள் கீழ்வரும் சேர்க்கை களில் உருவாக்கப்படுகின்றன. மஞ்சள் அச்சடிப்பு எதிர்நகல் நீல வடிப்பி மூலமும், மெஜந்தா அச்சடிப்பு எதிர்நகல் பச்சை வடிப்பி மூலமும், சீயான் அச்சடிப்பு எதிர்நகல் சிவப்பு வடிப்பி மூலமும், கருப்பு அச்சடிப்பு எதிர்நகல் முறையே சிவப்பு, பச்சை, நீல வடிப்பிகளில் வரிசையாக வடித்தும் செய்யப்படுகின்றன. வண்ணப் பட உருவாக்கப் பாய்வு விளக்கத்தில், மூலங்கள் வண்ணந்திருத்திகள் ஆகியவற்றின் சேர்க்கையைப் பொறுத்து, வண்ணம் பிரிப்பு எதிர்நகலை உருவாக்கு வதற்கான விரேட்டன் வடிப்பி எண் தரப்பட்டுள்ளது.

வண்ணம் பிரிப்பு எதிர்நகல்கள் திரையிடப்பட்டோ தொடர்வரிநீழல் அமைப்புடனோ அரைவரித்திரைப் படலம் தேவையா அல்லது தொடர்வரி திரைப்படலம் தேவையா என்பதைப் பொறுத்து உருவாக்கப்படலாம். வண்ணம் திருத்தும் மூலங்களில் இருந்து நேரடியாகத் திரையிட்ட வண்ணம்பிரிப்பு எதிர்நகலை உருவாக்கும் முறையை நேரடி வண்ணத்திரையிடல் (direct screen) என்பர். இது வண்ணப்பட உருவாக்கப் பாய்வு விளக்கப் படத்தில் ஒரு செயல்முறையை நீக்குகிறது. தொடர் வரி உள்ள எதிர் நகல்கள் உருவாக்கப்பட்டால் அவை இயல்திரைகளை உருவாக்கப் பொதுவாகப் பயன்படு கின்றன. இது விளக்கப்படத்தில் தரப்படாத கூடுத லான செயல்முறையாகும். இந்த முறைக்கு மறைமுக வண்ணத் திரையிடல் (indirect screen) என்று பெயர். இதற்குப் பிறகு நேரடி அல்லது மறைமுக வண்ணம் பிரிப்புப் படலங்களில் இருந்து அச்சுத் தகடுகளைச் செய் வதற்கேற்ற பொருள்களைத் தரும் தொடுகைப்படலங் கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. வண்ணப் பிரிப்பு எதிர் நகல்களைச் செய்யப் பல வண்ணப் படலங்கள் (panchromatic) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பிறகு தேவைப்படும் படலங்களுக்குப் பன்னிறமற்ற படலங்களைப் பயன் படுத்தலாம்.

வண்ணம் பிரிப்புப் படலங்களின் வரிநீழல் வேறு பாடுகள் மூன்று வகையான புள்ளிமுறை அமைப்பால் அதாவது, உயர் அழுத்த, நடு நீழல், நீழல் பரப்பு



படம் 2. மறுதோன்றி வண்ண அச்சடிப்பு எந்திரம்

களாகப் பிரிக்கும் முறையால் கண்காணிக்கப்படுகின்றன. இந்தப் பரப்புகளின் உறவுகள், மூலப்படங்கள், அச்சடிப்பு முறைகள் ஆகியவற்றின் சிறப்பியல்புகளைப் பொறுத்து அமையும். வண்ணம் பிரிப்புக் கட்டத்தில் பலவிதத்தொழில் நுட்ப முறைகளைப் பயன்படுத்தி வரிநீழல் உறவுகளைத் தக்கபடி மாற்றி அமைக்கலாம். இந்த வரி நீழல் சமநிலையைப் பொதுச்சாம்பல் நிறத்தைப் பொது நிலையில் இருக்கும்படி செய்து உருவாக்க வேண்டும். இதற்குச் சாம்பல்நிறச் சமநிலை என்று பெயர். இதை மஞ்சளும், மெஜந்தாவும் உள்ள இடங்களில் கூடுதலான சீயான் நிறத்தை அச்சடித்து உருவாக்குவர். கருப்பு வண்ணம் பிரிப்புப் படலத்தில் உயரமுத்த, நடுநீழல் பகுதிகளில் வரிநீழல்கள் இரா. ஆனால் நடுநீழல், நீழல் பகுதிகளில் அதிகமான வரி நீழல்கள் அமையும்.

மின்துகளியல் முறையில் வண்ணம் பிரித்தல் (electronic colour separation). நிறம் பிரிப்புச் செயல் முறையில் 30 விழுக்காட்டிற்கு மேலான பொருள்கள் தற்காலத்தில் மின்துகளியல் முறையாலேயே நிறம் பிரிக்கப்படுகின்றன. 1940 இல் தான் அறிமுகமாகிய இந்த முறை, ஒளிப்பட முறையுடன் வன்மையாகப் போட்டியிட வல்லதாய் உள்ளது. இரண்டு முறைக்கும் இடையில் உள்ள வேறுபாடு மூலத்தில் உள்ள படிமம் எப்படிப் பதப்படுத்தப்படுகிறது என்பதில் தான் உள்ளது. மூலப்படிமம் இம்முறையில் தொடர்ச்சியான மின்துலங்கல்களாக (electrical responses) கணிப்பொறிச் சுற்றுவழிகள் மூலம் மாற்றப்படுகிறது. இந்த மின்துலங்கல்களைப் பயன்படுத்திஓர் ஒளி வாயில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த ஒளி வாயிலின் மூலம் ஒளிப்படப் பசை ஒவ்வொரு புள்ளியாக அலகிடப்படுகிறது.

நிறம்பிரிப்புப் படலங்களை உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படும் இவ்வகைச் சாதனங்களுக்கு மின்துகளியல் வண்ண அலகிடுவான் (electronic colour scanner) என்று பெயர். பல்வேறு சோதனைகளுக்குப் பிறகு இத்தகைய அலகிடுவான்கள் ஒருமின் ஒளிக்கடைசல் வகைக் (electro optical lathe) கட்டுமானத்தை அடைந்துள்ளன. இம்முறையில் ஒரு நீண்ட உருள்கலனில் ஓர் ஓரத்தில் ஒளி ஊடுருவும் அல்லது ஒளி தெறிக்கும் மூலம் (original) சுற்றப்பட்டு இருக்கும். இம்மூலம் ஒளி வாயில்களிலிருந்து பாதுகாக்கப்பட்டிருக்கும். உருள்கலன் உயர் வேகத்தில் சுழலும்போது அலகிடும் ஒளி வாயிலும் படம் எடுக்கும் ஒளிவாயிலும் ஒரே நேரத்தில் மூலத்தின் மேலும் ஒளிப்படப் பொருள்களின் மேலும் மாறிமாறிக் கடந்து செல்கின்றன.

அலகிடும் படம் எடுக்கும் ஒளிவாயில்களின் இடையிலுள்ள கணிப்பொறிச் சுற்றுவாயில்கள் மின்துகளியல் வண்ண அலகிடுவானுக்கு மிகுந்த வலிமையைத் தருகின்றன. மூலத்தில் இருந்து வரும் குறிப்பலைகளைத் தக்க வரிநீழல் மாற்றத்தையும், நிறம் திருத்தல் தன்மைகளையும் உள்ளடக்கும்படி உருவாக்கி, அந்த மாற்றப்பட்ட குறிப்பலைகளைப் படம் எடுக்கும் ஒளி வாயிலைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுத்தலாம். இந்த அலகிடுவானில் பயன்படுத்தப்படும் பிற சுற்றுவழிகள் மின்துகளியலாக மூலப் படலத்தின் விளிம்போரப் பகுதிகளின் விளைவுகளை நன்கு அமைக்கின்றன. வண்ணம் திருத்திய கருப்பு அச்சடிப்பு வண்ணம் பிரிப்பைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டு உள்தரும் படிமங்களை வெளியீட்டுப் படலத்தில் நன்கு ஒருங்கிணைக்கின்றன. சில அலகிடுவான்களில் இலேசர் ஒளி வாயில்கள் பிரிப்புப் படலங்களில் படம் எடுக்கப் பயன்படுகின்றன. இந்தப் புள்ளிகள் மின்துகளியலாக உருவாக்கப்படுபவை. எனவே மேற்படி வகை அரைவரித்திரை (halftone screen) ஏதும் இதற்குத் தேவையில்லை. எனவே இவற்றில் புள்ளி அளவையும் இருப்பையும் கணக்கிடும் சுற்று வழிகளும் உள்ளன.

பெரும்பாலான அலகிடுவான்களில் உருவாக்கப்படும் நிறம்பிரிப்புப் படலங்கள் இயல்படலங்களாகவோ எதிர்படலங்களாகவோ திரையிட்டனவாகவோ தொடர்வரி உடையனவாகவோ அளவு பெருக்கியனவாகவோ சுருக்கியனவாகவோ அமையலாம். ஏனென்றால் இவற்றில் வரி நீழல் வேறுபாட்டையும் நிறத் திருத்தத்தையும் மின்துகளியலாக, இடையில் ஒளிப்பட முறை கட்டங்கள் இல்லாமல், நேரடியாக ஒரே செயல் முறையில் செய்து, இறுதி வண்ணம் பிரிப்புப் படலம் உருவாக்கப்படும். ஒளிப்பட முறையைப் போல் மின்துகளியல் முறை அலகிடுவான்கள் 3 அல்லது 4 மடங்கு விலை அதிகமானவை. ஆனால் மின்துகளியல் முறையின் உற்பத்தித்திறன் ஒளிப்பட முறையைப் போல இரண்டு மடங்கு அதிகமானது. மின்துகளியல் முறை எதிர்காலத்தில் வளர்வதற்கான வாய்ப்புகள் ஒளிமயமாக உள்ளன.

திரையீட்டுக் கோணங்கள் (screen angles). அச்சிட்ட வண்ணப் படங்களில் மாயிர்வடிவ (moire) வரிகள் உருவாகாமல் இருக்கத் தனித்தனி வண்ணம்பிரிப்புப் படலங்கள் தேவை. வண்ணம் பிரிப்புப் படலங்களின் அரைவரி நீழல் புள்ளிக் கட்டமைப்பை ஒவ்வொரு நிறத்திற்கும் ஏற்ற கோணத்தில் அமைக்க வேண்டும். வழக்கில் உள்ள கோணங்களாவன: மஞ்சளுக்கு 90°; மெஜந்தாவுக்கு 75°; சீயானுக்கு 150°; கருப்புக்கு 45°; பழுப்பு நிற அல்லது தோல்நிற வண்ணங்களில் மாயிர் வரிவமைவைத் தவிர்க்கச் சிலர் மெஜந்தா, கருப்புக் கோணங்களைத் தலை கீழாக்குவர். எல்லா வண்ணங்களையும் விட மஞ்சளுக்கு நுண்மையான திரைகளைப் பயன்படுத்துவர். இவை ஒளிப்பட, மின்துகளியல் முறைகளுக்குப் பொருந்தும் என்றாலும் இலேசர் ஒளிவாயிலைப் பயன்படுத்தும்போது அரைவரி நீழல் புள்ளி வடிவங்களை உருவாக்கச் சில விதிவிலக்குகள் தேவைப்படுகின்றன.

நிறம் எண்பித்தல் (colour proving). நடைமுறையில் வண்ணப்படங்களை அச்சிடத் தொடங்குமுன்

ஒரு பார்வைக்காக நிறம் பிரிப்புப் படலங்களிலிருந்து நிறம் எண்பிப்பு நகல் உருவாக்கப்படுகிறது. இது நடைமுறையில் அச்சிடுதலைச் சிறப்புறச் செய்யவும் தரத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும் நுகர்வாளருக்கு அச்சிட்டபின் ஏற்படும் வடிவத்தை முன் கூட்டியே காட்டவும் உதவுகிறது.

இதில் மிகத் துல்லியமாக எடுக்கப்படும் நகல், இறுதியில் அச்சிடுவதற்கு முன் எடுக்கப்படும் எந்திர எண்பிப்புநகல் (machine proof) ஆகும். பல படிகளை உருவாக்கும் வேலையைத் தொடங்கு முன், வேலையின்போது பயன்படுத்தப்போகும் மைப்படலம், அச்சடிப்பு எந்திரம் ஆகியவற்றின் மூலம் இது உருவாக்கப்படுகிறது. மாற்றாக, வேறு சாதனங்களையோ பொருள்களையோ எண்பிப்பு நகல் எடுக்கப் பயன்படுத்தினால் அது அச்சிடும் படியைப்போல அமைதல் இயலாது. எந்திர எண்பிப்பு நகல் எடுப்பதில் உள்ள தடை அதற்கு ஆகும் உயர் செலவினமே. எனவே இது மிகக் கட்டாயமாகத் தேவைப்படும்போது மட்டுமே எடுக்கப்படும். எந்திர எண்பிப்பு நகல் எடுக்கு முன் நிறம்பிரிப்புப் படலங்களில் இருந்து அச்சிடும் தகடுகளைச் செய்தாக வேண்டும் என்பதையும் நினைவுகூரவேண்டும்.

உயர் செலவினம் உள்ள எந்திர எண்பிப்புநகல்களுக்குப் பதில் பல அச்சடிப்பு நிறுவனங்கள் செலவு குறைந்த வண்ணப்படிம ஆக்க அமைப்புகளை உருவாக்கி உள்ளன. இதற்கு எந்திர முன்எண்பிப்பு நகல் எனப் பெயர் வழங்குகிறது. இவை அச்சுத்தகடுகளைச் செய்யாமல், நேரடியாக நிறம்பிரிப்புப் படலங்களில் இருந்தே செய்யப்படுவதால், எந்திர எண்பிப்பு நகல்களைச் செய்யத் தேவைப்படும் அளவுக்கு இவற்றுக்குச் செலவு ஆவதில்லை. என்றாலும் இவை அச்சடிக்கும்போது உள்ள உண்மைப் படிமத்தை முற்றிலும் தரா.

ஒளிப்புலன் மிக்க எந்திரமுன் எண்பிப்பு நகல்கள் பொருளின் மேல் வண்ணம் பிரிப்புப் படலங்களின் மூலமாகத் தொடுகை முறைத் திறப்பால் வழக்கமாகச் செய்யப்படுகின்றன. உயர் செறிவுள்ள ஓர் ஒளிவாயில் இந்தத் திறப்புக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. டையோடோ என்ற ஒளி பல்லுறுப்பி (photopolymer) வகை ஒளிப்புலன் பொருள்கள் தக்கபடி கழுவி எடுக்கப்பட்டதும் வண்ணப்படிமங்கள் கிடைக்கும். எந்திர முன்எண்பிப்பு நகல்களை இரண்டு பொது வகையினங்களாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றுள் ஒன்று மேற்படி ஒளிப்புலன் வகை; மற்றொன்று உருமாற்ற வகையாகும். மேற்படி வகையில் மெல்லிய ஒளி ஊடுருவும் பாலியஸ்டர் அடிப்படலத்தின் மேல் ஒளிப்புலன் அடுக்குகள் பூசப்படுகின்றன. இவற்றைப் பதப்படுத்தியதும் இந்தப் படல அடுக்குகளின் மேல் ஒவ்வொரு வண்ணமாக ஒன்றன்மேல் ஒன்று முழுமையாக அமரும் படிப் பதியச் செய்யப்படுகின்றன. இந்தக்கூட்டுப்படலம், வெண்ணிறப் பகைப்புலனின் மேல் வைத்து, ஓர் ஒளி திறப்புவழி ஒளி மூலம் பார்க்கப்படும். உருமாற்ற வகைமுறையில் சில நிறவடிவங்கள் பொதுவான வெண்ணிற அடிப்பகுதியின் மேல் ஒவ்வொன்றாக வரிசையாக மாற்றிப் பதித்து, உருமாற்ற வகைப்பொருளின் மேல் வண்ணப் படிமங்கள் தோன்றச் செய்யப்படுகின்றன. உருமாற்றவகை எந்திரமுன் எண்பிப்பு நகல்கள் மேற்படிவு வகையைவிட மிகத்துல்லியமான எண்பிப்பு நகலைத் தரப் பயன்படுகின்றன.

வண்ண அச்சடிப்பு வேலை. பேரளவு அச்சடிப்புச் செயல்முறைக்கு ஏற்ற வண்ணம் பிரிப்புப் படலங்களை உருவாக்கியதும் அவற்றில் இருந்து அச்சுத்தகடுகளோ உருளைகளோ துளைத் தகடுகளோ (stencils) செய்யப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு தகடும் நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ தக்க மைப்படிமத்தைப் பொது அடிப்பரப்புக்கு மாற்றும்.

வண்ண அச்சிடப் பயன்படுத்தும் அச்சடிப்பு எந்திரங்கள் தனி வண்ணம், இரு வண்ணம், நால் வண்ணம் ஆகியவற்றில் ஏதாவதுஒரு முறையைப்பின்பற்றுவதாக அமையலாம். பொறிப்பு அச்சடிப்பு எந்திரங்களில் எட்டு அச்சடிப்பு உறுப்புகளும் அமைவதுண்டு. ஓர் அச்சடிப்பு எந்திரம் நால் வண்ண முறையைச் சார்ந்தது என்பதன் பொருள் அது ஒரு பொது அடிப்பரப்பின் மேல் (வழக்கமாகத் தாளின் மேல்) நான்கு நிறங்களை உடைய வண்ணங்களை ஒரு செலுத்தலில் அச்சடிக்கும் என்பதே. ஒற்றைவண்ண அச்சு எந்திரத்தில் நால் வண்ண அச்சு வேலையைச் செய்ய எந்திரத்திற்குள் தாளை நான்கு முறை செலுத்தி எடுக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு முறையின்போதும் அச்சடிக்கும் தகட்டையும் மை வண்ணத்தையும் மாற்ற வேண்டும்.

நடைமுறையில் மைகள் எந்த வரிசை முறையில் வேண்டுமானாலும் அச்சடிக்கப்படுகின்றன குறிப்பிட்ட வேலையைப் பொறுத்து, குறிப்பிட்ட வரிசைமுறையில் நிறங்களை அச்சடித்தல் பயனுடையதாய் அமைவது உண்டு. என்றாலும் பொதுவாக முதலில் மஞ்சளும் பிறகு மெஜந்தாவும் பிறகு சீயானும் அதன் பிறகு கருப்பு நிறமும் அச்சடிக்கப்படும். (வண்ணப் படங்கள் 3,4, இல் காண்க)

ஒற்றை வண்ண அச்சு வேலையைவிடப் பல வண்ண அச்சு வேலையில் ஒரு பிரச்சினை உள்ளது. முதல் நிறம் அச்சடிக்கப்பட்டதும் அதாவது ஈரமாக உள்ள போதே மற்றொரு நிறம் அச்சடிக்கவேண்டிய நிலைமையே இது. ஒவ்வொரு தடவையும் அச்சடிக்கும் போதும் சமகனமுள்ள மைப்பரவல் உருவாக வேண்டும். கல்லச்சு முறையிலும் தனி எழுத்துப் பதிவு முறையிலும் இந்த நிலைமையைச் சந்திப்பது அரிது. இந்தக் குறைபாட்டிற்குக் குறைநிற அடைவு என்று பெயர் (under traffic). இந்தக் குறைபாட்டைக் குறைக்க மையை அடர்த்தி வரிசைப்படுத்தி அடிக்கலாம். உயர்

அடர்த்தி உள்ள வண்ண மையை முதலிலும் மிகக் குறைந்த அடர்த்தி உள்ள வண்ண மையை இறுதியிலும் அச்சடிப்பதன் மூலம் இந்தக் குறைபாட்டை ஓரளவு தவிர்க்கலாம்.

கோடு அல்லது தட்டை வண்ண அச்சடிப்பு (line or flat colour work). படம் அல்லாத அச்சு வேலைகளை வண்ணத்தில் அச்சடிக்கும் போது அவற்றில் கோடுகளோ எழுத்து வரையறைகள் மட்டுமோ இருக்கும். இவ்வகை வண்ண அச்சு வேலையைக் கோட்டு அல்லது தட்டை வண்ண அச்சு வேலை என்பர். இது மூலப் படங்களை மீளாக்கம் செய்வதினின்றும் வேறுபட்டது. வண்ண வேலைகளுக்காகக் கோட்டுப் படக்கட்டைகள் கருப்பு வெள்ளை நிறத்தில் செய்யப்படும். அடிப்படைக் கலை வடிவம் கருப்பில் அமையும். இந்த அடிப்படைப் படத்தின் மீது ஒளி ஊடுருவும் படலங்கள் குறிப்பிட்ட கலை வடிவமைப்புக்கு ஏற்ப வண்ணப் படிமங்கள் உள்ளபடி அச்சடிக்கப் பயன்படுத்தப்படும். இந்தக் கலை வடிவமும் வண்ண மேற்படிவுகளும் ஒளிப்படம் பிடித்து வரைபடக் கலைச் செயல்முறை ஒளிப்படக் கருவியால் கோட்டு எதிர் நகலை உருவாக்கலாம். இந்த எதிர்நகல்களை மாற்ற வேண்டுமானால் அரைவரிநீழல் திரை வண்ணங்களை எதிர்நகல்களின் தெளிவான பரப்பில் பரப்பலாம். இதற்கான அச்சுத் தகட்டை எல்லாத் தொடுகைப் படலத்தையும் செய்யும் முன்னமே செய்ய வேண்டும்.

அச்சடிப்பு மையில் ஏதாவது ஒரு மையைக் கோட்டு வண்ண வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம். மஞ்சள், மெஜந்தா, சீயான், கருப்பு வண்ணங்களும் பயன்படுத்தப்படலாம். ஆனால் அவற்றை மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதில்லை. இந்த முறையில் கோட்பாட்டியலாக (theoretically) எண்ணற்ற வண்ணங்களைத் தாளில் அச்சடிக்க முடியும். ஆனால், நடைமுறையில் சில நிறங்களுக்கு மேல் அச்சடிக்கும் வழக்கம் இல்லை. என்றாலும், இரண்டு முதல் நான்கு வண்ணங்கள் வரை அச்சடிக்கப்படுதல் பெருவழக்கமாக உள்ளது. வண்ணத்தாள்களைப் பயன்படுத்தியும் இவ்வச்சடிப்புச் செயல்திறத்தை அதிகமாக்கலாம்.

பல்வேறு வண்ண அச்சடிப்புச் செயல்முறைகள் (miscellaneous colour printing processes). வண்ண அச்சடிப்பு முறை எனச் சொல்லப்படும் பல்வேறுபட்ட வண்ண அச்சடிப்புச் செயல்முறைகள் உள்ளன. இவை நடைமுறையில் மிகவும் அரிதாகவே பயன்படுகின்றன. இவற்றில் மிகப் பொதுவாகப் பயன்படும் ஒரு செயல்முறைஇரு நிறங்களில் உருவாக்கப்படும் ஒளிப்பட மூலங்களாகும். இவை இயற்கையாகவே அமைவதில்லை. ஆனால், கலை இயல்போடு அமைகின்றன. இதனுடைய மிக எளிய வடிவம் கருப்பு, வெள்ளை ஒளிப்படமே. மையின் நிறம் நுகர்வோரால் தேர்ந்தெடுக்கப்படும். அந்நிறங்கள் ஒன்றையொன்று நிரப்புவனவாக அல்லது ஒளிநீழல் வேறுபாடு உடையனவாக அமையலாம். இதில் ஒரு நிறம் அரைவரி நீழல் வடிவிலும், அடுத்த நிறம் அரைவரி நீழல் வடிவிலோ அல்லது கோட்டு வடிவிலோ உள்ளபடியும் அச்சடிக்கப்படும். இவ்வகையான படங்கள் இருவரி நீழல் படங்கள் (duotone) எனப்படுகின்றன. மற்றொன்று போலி நிறமூட்டல் (fake colour) வேலையாகும். ஒரு வெள்ளை கருப்பு மூல எதிர் நகலில் ஒரேவொரு நிறத்தால் வண்ணம் ஊட்டும் முறையே இது. அடுத்த முறை பட விளம்பர வண்ணமூட்டல் (posterizing) முறையாகும். இதில் ஓர் ஒளிப்பட மூலத்திலிருந்து அதனுடைய அடிப்படைக் கோட்டு அமைப்பு மட்டும் முதன்முதலில் உருவாக்கப்படும். பிறகு, 5, 6 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வண்ணங்கள் மஞ்சள், மெஜந்தா, சீயான், கருப்பு நிறங்களுட்படப் பயன்படுத்தி வண்ணப் படம் உருவாக்கப்படும்.

வண்ண அச்சுவேலைகளில் சந்தை நிலவரமும் தொழில்நுட்பப் போக்குகளும் (market and technology trends). வண்ணம் பிரித்தல், அச்சிடுதல் ஆகியவற்றின் வேலை குறையக் குறையவும், தொலைக்காட்சியின் வீச்சு மிக மிகவும், வண்ண அச்சு வேலைகளுக்கான சந்தை விரிந்து பரந்து பல்கிப் பெருகும் என்பதைத் தற்கால தொழில்நுட்பப் போக்குகள் தெளிவுபடுத்துகின்றன வண்ண அச்சுச் சந்தையைக் கல்லச்சுமுறை தன் முழு ஆட்சிக்குள் இருத்துவதுடன், மேலும் அதை வளர்த்துப் பெருகச் செய்யும் வாய்ப்புகளும் உள்ளன.

வண்ண உருவாக்கத்திற்கான சாதனங்களின் வளர்ச்சி மின்துகளியல் தொழில்நுட்பத்தை அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் பயன்படுத்த மேலும் தன்னியக்கம் அடையும். வண்ண அலகிடுவான்கள் (colour scanners) நிறம்பிரிப்புச் செயல்முறைகளை மிக விரைவில் வென்று சில அலகிடுவான்கள் மூலம் நேரடியாகவே அச்சுத்தகடுகளை உருவாக்க முடியும் என்ற நிலைமை உருவாகிக்கொண்டு வருகிறது. இவற்றின் அடிப்படையிலுள்ள ஒளிப்படம் பிடிக்கும்படி நிலைகளை முற்றிலும் அகற்றிவிடும் வாய்ப்பும் உள்ளது. தொடர் ஊட்ட அச்சடிப்பு எந்திரங்கள் (web-fed presses), மிகுந்த உயர்வேகங்கள், அச்சடிப்புக் கண்காணிப்பு அமைப்புகள் ஆகியவற்றின் பயன்பாடு அச்சுத் துறையில் மிக விரைவில் நடைமுறையில் நிறைவேறும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது.

நூலோதி

1. **R.W.G. Hunt**, *The Reproduction of Colour*) Mcgraw-Hill Book Company, New york, 1975·
2. *Kodak Graphic Arts Hand Book*, 1975.
3. **C Shapiro** (ed,), *The Lithographers' Manual*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1975.
4. **A.C. Yule**, *Principles of Colour Reproduction*, McGraw-Hill Book Company, NewYork, 1967.
5. *Mcgraw-Hill Encyclopaedia of Science and Technology*, fourth edition, Vol. 10. Mcgraw-Hill Book Company, New york, 1977.
6. *Encyclopaedia Americana*, Vol. 22, Americana Corporation, Danbury, Connecticut, 1980.

அச்ச நோய்

ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினங்களுக்கோ செயல்களுக்கோ சூழ்நிலைகளுக்கோ அளவுக்கு அதிகமான அச்சம் கொள்ளுதலே அச்ச நோயாகும் (Phobia). துப்பாக்கி முனையில் எதிரியைச் சந்திக்கும் போதும், இடியுடன் கூடிய பெரும் புயலில் சிக்கிக் கொள்ளும் போதும், சிங்கம் புலி போன்ற கொடிய விலங்குகளுக்கு இடையே அகப்பட்டுக் கொள்ளும் போதும் மனிதனுக்கு அச்சம் ஏற்படுவது இயற்கை. இது எல்லோருக்கும் பொதுவான இயல்பு. ஆனால் அமைதியாக இருக்கும் தெரு ஒன்றைக் கடந்து செல்வதற்கோ மாடி அறையில் தூங்குவதற்கோ வீட்டிலே வளர்க்கப்படும் பூனை கிளி போன்ற சாதுவான உயிரினங்களுக்கோ அளவிற்கதிகமான அச்சம் கொள்ளுதல் என்பது எவ்விதத்திலும் நடைமுறைக்கு ஒவ்வாததாகும். இவ்வாறு பொருத்தமற்ற அளவுக்கு அதிகமான அச்சம் கொள்ளுதல் மனிதரில் சிலரிடம் காணப்படுகின்றது. இத்தகையோரே அச்ச நோய்க்கு ஆட்பட்டவராவர்.

அச்ச நோய் ஒருவகை நரம்புத் தளர்ச்சி நோயாகும். அச்சம் அல்லது பயம் (Fear) பெரும்பாலும் மனநோய்களில் ஓர் அறிகுறியாக அமைவதுண்டு. எனினும் அதுவே அளவிற்கதிகமாக, முழு அறிகுறியாகத் தனித்துத் தோன்றும்போது அச்ச நோயாக மாறிவிடுகிறது. அமெரிக்க மக்கள் தொகையில் சுமார் மூன்று விழுக்காடு பேர் இவ்வச்ச நோயால் துன்பப்படுவதாகப் புள்ளி விவரம் குறிப்பிடுகிறது. ஆண்களைவிடப் பெண்களே இந்நோயால் இரு மடங்கு பாதிக்கப்படுவதாகவும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

தமக்குத் தோன்றும் அச்ச உணர்வு பகுத்தறிவிற்குப் பொருத்தமற்றது, தேவையற்றது (Unwarrented) எனப் பிணியாளர் கருதினாலும் கூட, அவ்வுணர்விலிருந்து தம்மைத் தடுத்துக் கொள்ள அவர்களால் முடிவதில்லை. காரணம் அவர்களுக்கு மனவலிமை குன்றியிருப்பதேயாகும். இதனால் பிணியாளர் தமக்கு அச்சம் விளைவிக்கும் எனக் கருதும் குறிப்பிட்ட உயிரினங்கள், செயல்கள், சூழ்நிலைகளை எப்போதுமே தவிர்க்க முயல்வர். அச்ச நோய் பல்வேறு வகைகளாகப் பாகுபடுத்தப்பட்டுள்ளது.

நோய் தோன்றக் காரணங்கள்

அச்ச நோய் தோன்றுவதற்கு முக்கியமான காரணம் குழந்தைப் பருவத்தில் ஏற்படும் கசப்பான நிகழ்ச்சிகளேயாகும். எடுத்துக்காட்டாகத் தெருவில் செல்ல அஞ்சிய ''ஹேன்ஸ்'' என்ற பெயர் கொண்ட ஐந்து வயது சிறுவனிடம் மனநல மருத்துவ அறிஞர் ஃபிராய்ட் நடத்திய ஆராய்ச்சி இங்கே குறிப்பிடத்தக்கது.

ஹேன்ஸ்க்குத் தெருவில் செல்வதென்றாலே அச்சம். காரணம் தனது தந்தையின் குதிரை தன்னைக் கடித்துவிடும் என்ற அச்சம்தான். மேற்போக்காக இதை நோக்காமல் ஃபிராய்ட் சிறுவனின் அச்சத்திற்கான உண்மைக் காரணத்தை அறிய முயன்றார். இவ்வாராய்ச்சியின் மூலம் உலகிற்கு அரிய உண்மைகளை வழங்கினார்.

பாலின்பம் சார்ந்த மனவளர்ச்சிப் பருவங்களில் (Psycho-sexual development) மூன்றாவது பருவம் குறியின்பப் பருவமாகும் (Phallic stage). இது சுமார் $3\frac{1}{2}$ வயதிலிருந்து 5 வயது வரை தொடர்கிறது. இப்பருவத்தில் சிறுவன் தாயின் முழு அன்பையும், சிறுமி தந்தையின் முழு அன்பையும் எதிர்பார்ப்பர். அதற்கு ஏங்குவர்; போட்டியிடுவர்; தாயன்பில் பங்குபோட விழையும் தந்தையையே மனதிற்குள் வெறுப்பர். எதிரியாக நினைப்பர்.

சிறுவன் ஹேன்ஸின் நிலையும் இதுதான். தாயன்பில் பங்கு போடும் தந்தையை அவன் வெறுத்தான்; எதிரியாக நினைத்தான். அது மட்டுமன்று; அவர் தினமும் சவாரி செய்யும் ஆண் குதிரையையும் தந்தையின் அடையாளமாக அவன் மனம் எண்ணியது. மேலும் தந்தையோடு வெளியில் சென்றால் தன் மனத்தில் உள்ள பகைமை உணர்வும் வெறுப்பும் தந்தைக்குத் தெரிந்து விடும் என்றும், அதனால் தனக்குத் தண்டனை கிடைக்கும் எனவும் அவனது பிஞ்சு மனம் எண்ணி அஞ்சியது. இதைச் சமாளிக்கும் முகமாகவே ஹேன்ஸ் தனது பயத்தைக் குதிரையின் மீது ஏற்றி, தந்தையோடு வெளியில் செல்லும் செயலைத் தவிர்த்தான். எனவே வெளியில் செல்லலாம் எனத் தந்தை அழைத்தபோதெல்லாம் ''நான் வரமாட்டேன், குதிரையைக் கண்டால் எனக்குப் பயமாக இருக்கிறது; குதிரை என்னைக் கடித்துவிடும்'' எனக் கூறி மறுத்தான். இதன் மூலம் தந்தையோடு வெளியில் செல்வதைத் தவிர்க்கவும் அதே சமயம் அவரது அன்பை இழந்து விடாமல் பாதுகாக்கவும் ஹேன்ஸால் முடிந்தது. இதுபோல் பல்வேறு காரணங்களால் இளம் வயதில் மன உணர்வுகள் பாதிக்கப்படின் பின்னாளில் அச்ச நோய் தோன்ற வாய்ப்புண்டாகும்.

ஆக அச்ச நோய் என்பது பயம்-பதற்றத்திலிருந்து (Anxiety) புறமனத்தைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள அகமனம் (Unconscious mind) மேற்கொள்ளும் ஒரு பாதுகாப்பு (Defence) முயற்சியேயாகும் என்பது தெளிவாகும். எனவே பயம்-பதற்றத்திலிருந்து தன்னை விடுவித்துக் கொள்ளப் பிணியாளர் அதற்குக் காரணமாகத் தம்மால் கருதப்படும் குறிப்பிட்ட கருத்துகள், உயிரினங்கள், சூழ்நிலைகள் முதலியவற்றைத் தமது அன்றாட வாழ்க்கையில் குறுக்கிடவிடாமல் ஒதுக்குகிறார். இதன் காரணமாகவே தமக்குப் பிடிக்காத மேற்கூறியவற்றை நேரடியாகக் கூறாமல் அதனோடு தொடர்புடைய மற்றொன்றில் பிணைத்துத் தமது அச்சத்தை வெளிப்படுத்துகிறார்கள். அச்ச நோய் தோன்றுவதற்கு முக்கியக்காரணமாக விளங்குபவர்கள் பெற்றோர்களேயாவர். அவர்களும் இதற்கு ஆட்பட்டவர்களாகவே இருப்பர்.

நோயின் அறிகுறிகள்

அச்சமே நோயின் முக்கிய அறிகுறி. இவவச்சத்தால் பயம்-பதற்றம் தோன்றுகிறது. இது மிதமாகவோ அல்லது மிகுந்தோ காணப்படும். நெஞ்சு படபடப்பு, அதிக வியர்வை, தலைசுற்றல், மயக்கம், உடல் தளர்ச்சி, குமட்டல், கை கால்களில் நடுக்கம் முதலியன அச்ச நோயில் அடிக்கடி காணப்படும் அறிகுறிகளாகும். சிலருக்குப் பெருமூச்சும், மூச்சுத் திணறலும் ஏற்படும். சிலர் மயங்கிக் கீழே விழுந்துவிடுவர். இதனால் பிணியாளர் எக்காரியத்திலும் ஈடுபட முடியாமல் தவிப்பதுண்டு. எனவேதான் இத்துன்பங்களிலிருந்து விடுபடச் சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகள், உயிரினங்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து ஒதுங்க முயல்கிறார்கள்.

அச்ச நோய் வகைகள்

அச்சப்படும் பொருளைப் பொறுத்து இந்நோய் பல வகைகளாகப் பிரிக்கப்படும். உயரமான இடங்களைப் பற்றிய பயம் (Acrophobia), திறந்த வெளியில் பயம் (Agoraphobia), மின்னல், இடிக்குப் பயம், (Astraphobia), மூடிய அறைகளிலும், மின்சாரலிஃப்ட்களிலும் இருத்தல் பற்றிய பயம் (Claustrophobia), தண்ணீர்ப் பயம் (Hydrophobia), நோய்ப் பயம் (Pathophobia) வெளிச்சத்தில் பயம் (Photophobia), புதிய மனிதர்களைப் பார்ப்பதில் பயம் (Zenophobia), விலங்கு பயம் (Zoophobia), கூட்டத்திற்குப் பயம் (Ochlophobia) எனப் பல வகை அச்ச நோய்கள் உள்ளன. இப்பல்வேறு வகை அச்ச நோய்களில் மிகவும் பரவலானது திறந்த வெளிப்பயம். அடுத்து நோய்ப் பயமும், மிருக பயமும் ஆகும். குழந்தைப் பருவத்தில் மனம் புண்படும்படியான ஒரு சிறு நிகழ்ச்சிகூட ஆழ்மனத்தில் புதைந்து பின்னாளில் அச்ச நோயாக உருவெடுக்கும்.

அச்சம் தோன்றத் தூண்டுதலாக இருக்கும் பொருள்களும், சூழ்நிலைகளும் வேறுபட்டாலும் கூட, அறிகுறிகளைப் பொறுத்தவரை எல்லாம் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கும். ஆனால் மிதமான அச்சத்திலிருந்து பயந்து நடுநடுங்கி, மயங்கிக் கீழே விழுவது வரை அறிகுறிகளின் தீவிரம் வேறுபடலாம்.

சிகிச்சை முறைகளும் தடுப்பும்

மனத்தில்தோன்றும் அளவிட முடியாத அச்சத்தைப் போக்க, முதலில் அதற்கான மாத்திரைகளை உட்கொள்ள வேண்டும். பயம், பதற்றம் அதனால் தோன்றும் மனத்தளர்ச்சி (Depression) முதலியவற்றை நீக்க, அதற்குத் தகுந்த பயம்-பதற்றம் போக்கும் மருந்துகளையும் (Anxiolytic drugs), மனத்தளர்ச்சி நீக்கும் மருந்துகளையும் (Anti depressant drugs) உட்கொள்ள வேண்டும். அத்தோடு மட்டுமன்றி அக்குறிப்பிட்ட அச்சநோய் தோன்ற அடிப்படைக் காரணம் எதுவென்பதை மனநல மருத்துவர் மூலம் கண்டறிந்து அவற்றைக் களைய முயலவேண்டும். அப்போதுதான் நோய் முழுதும் நீங்கும். நோய்க் காரணம் கண்டறியவும், அதை முழுக்கக் குணப்படுத்தவும் தற்போது பல்வேறு மருந்து முறைகள் பயன்படுகின்றன. அவற்றில் தளர்ச்சி மருத்துவம் (Relaxation therapy), மனவசிய மருத்துவம் (Hypno - therapy), நடத்தை மாற்று மருத்துவம் (Behaviour modification), மனவழி மருத்துவம் (Psycho - therapy) போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இவற்றிலும் முழுப்பலனை நிலையாக அளிப்பது நடத்தை மாற்று மருத்துவமே. அறிஞர் பாவ்லோவின் அடிப்படைக் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டது நடத்தை மாற்று மருத்துவமாகும்.

இச்சிகிச்சையில் பல்வேறு நிலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பின் ஒவ்வொரு நிலையிலும் ஒழுங்கு முறையாகத் திட்டமிட்டபடி, தக்க சூழ்நிலைகளை அமைத்து அதில் பிணியாளரை ஆட்படுத்துகிறார்கள். ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் பிணியாளர் முறைப்படி ஆட்படுத்தப்படும்போது அவரது அச்சத்தின் தீவிரம் குறைந்துவர ஆரம்பிக்கிறது. கடைசிக் கட்டத்தில் அவரது அச்சம் அறவே போய்விடுகிறது. பூனையைப் பற்றிப் பேசினாலோ, பூனையைத் தொலைவில் பார்த்தாலோ நெஞ்சு படபடத்து, வியர்த்து விறுவிறுத்துப் பயந்து நடுங்கிய பிணியாளர் கடைசிக்கட்டத்தில் பூனையைத் தொட்டுப் பின் தூக்கி மடியில் வைத்துக் கொள்ளுமளவுக்கு முற்றிலும் குணமாகிவிடுவார். இது போலவே திறந்த வெளிக்கும், மக்கள் கூட்டத்திற்கும் பயந்த பிணியாளர் இவ்வாறு திட்டமிட்டுப் பல்வேறு நிலைகளில் கொடுக்கப்படும் நடத்தை மாற்று மருத்துவத்தால் முழுமையாகக் குணம் பெறுகிறார்.

அச்ச நோய் வராமலேயே தடுக்கவேண்டுமானால் குழந்தைப் பருவத்திலேயே பெற்றோர்கள், தங்கள் குழந்தையை மிகவும் அன்போடும், ஆதரவோடும் வளர்க்க வேண்டும். அவர்களது மனத்திலேயே எந்த விதமான ஏக்க உணர்வோ அதன் விளைவால் தோன்றும் பகைமை உணர்வோ தோன்றாதவண்ணம் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். குழந்தைகளின் உள்ளத்தில் தோன்றும் தேவைகளை அன்போடும் பரிவோடும் கேட்டு, அவற்றை நிறைவேற்ற வேண்டும். இத்தகைய அணுகுமுறையைப் பெற்றோர் கடைப்பிடித்தால் குழந்தையின் பிற்கால வாழ்க்கையில் அச்ச நோய் மட்டுமன்றி, இது போன்ற வேறு எந்த நோயும் வராது.

டி.ஜெ.

நூலோதி

1) **Kaplan** (Harold I) Stat: *Comprehensive Text Books. Psychiatry III* 3rd Edition, Williams & Wilkins Baltimore, 1980.

2) **Kolb** (Lawrence C) : *Modern Clinical Psychiatry.* W. B. Saunders Company, Philadelphia. Ninth Edition-1977.

3) **Joy Melville** : *Phobias & Obsessions,* George Allen & Unwin Ltd., London. First Edition-1977.

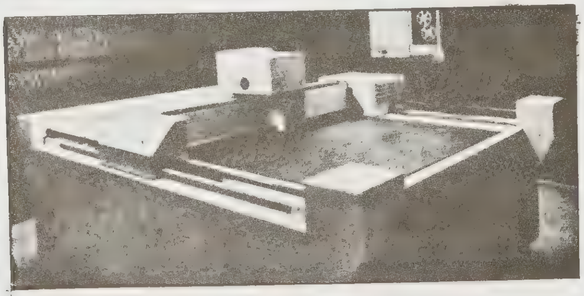
4) Page (**James D**) : *Abnormal Psychology* Tata MaGraw-Hill Publishing Co. Ltd, New Delhi-1976.

அச்சலைவு

காண்க, அயனசலனமும் அச்சலைவும்

அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள்

வரைபடக் கலையால் (graphic art) செய்யப்படும் மின்சுற்றுவழிகள். சுற்றுவழிகளின் பேரளவு உற்பத்திக்கும் உயர் நம்பகத்துக்கும் இவை வழி வகுத்தன. இவை மின்துகளியல் அமைப்புகளின் அளவையும் எடையையும் மிகவும் குறைத்தன. அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள் (printed circuits) மின்துகளியல் அமைப்புகள் (electronic devices), வானொலி, தொலைக்காட்சி, தொலைபேசி, தானியங்கி, மின்கம்பி அமைத்தல், வழிப்படுத்திய ஏவுகணை (guided missile), வான் மின்துகளியல் அமைப்புகள், கணிப்பொறிகள் (computers), தொழிலகக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் ஆகிய பல கருவிகளில் பயன்படுகின்றன.



படம் 1. தன்னியக்க ஒளிப்பட வரைவி (plotter) துளையட்டை செய்திகளைப் பெற்று 20-45 நிமிடங்களில் 4"x6" வரைபடத்தை ஒளிப்படக் கண்ணாடித் தகட்டில் துல்லியமாக வரைகிறது.

இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பின் மின்துகளியல் சாதன வளர்ச்சி முன்னேற்றங்கள் வரைபடத் தொழில் நுட்ப முறையைப் பயன்படுத்தாவிட்டால் நிகழ்ந்திரா. பயன்முறை வரைவியல் (applied graphics) தந்த உயர் துல்லியத்தால் மட்டுமே எடைகுறைந்த நுண் சிறிய திரிதடையங்கள் (transistors), இருமுனையங்கள் (diodes), ஒருங்கிணைந்த மின்சுற்றுவழிகள் (integrated circuits) ஆகியவற்றைச் செய்தல் இயலும். இந்த வரைவியல் முறைகள் வேகமாகத் தொழிலகச் செயல்முறைகளில் பரவுவதே இவற்றின் விலை மலிவுக்கும், சாதன அளவைக் குறைக்கும் திறமைக்கும் தக்க சான்றாகும். காண்க, நுண்மின்சுற்றுவழி இயல் (microcircuitry), சாதன அளவு சிறிதாக்கல் (miniaturisation of equipment).

கீழ்க்காணும் காரணங்களால் அச்சிட்ட மின் சுற்றுவழிகள் தொழிலகங்களில் பெரிதும் தேவைப்படுகின்றன.

1. மின்துகளியல் சாதனங்களை எந்திரமயப்படுத்தி உற்பத்தி செய்வதற்கான பொது அடிப்படை உறுப்புகளைத் தருகின்றன.

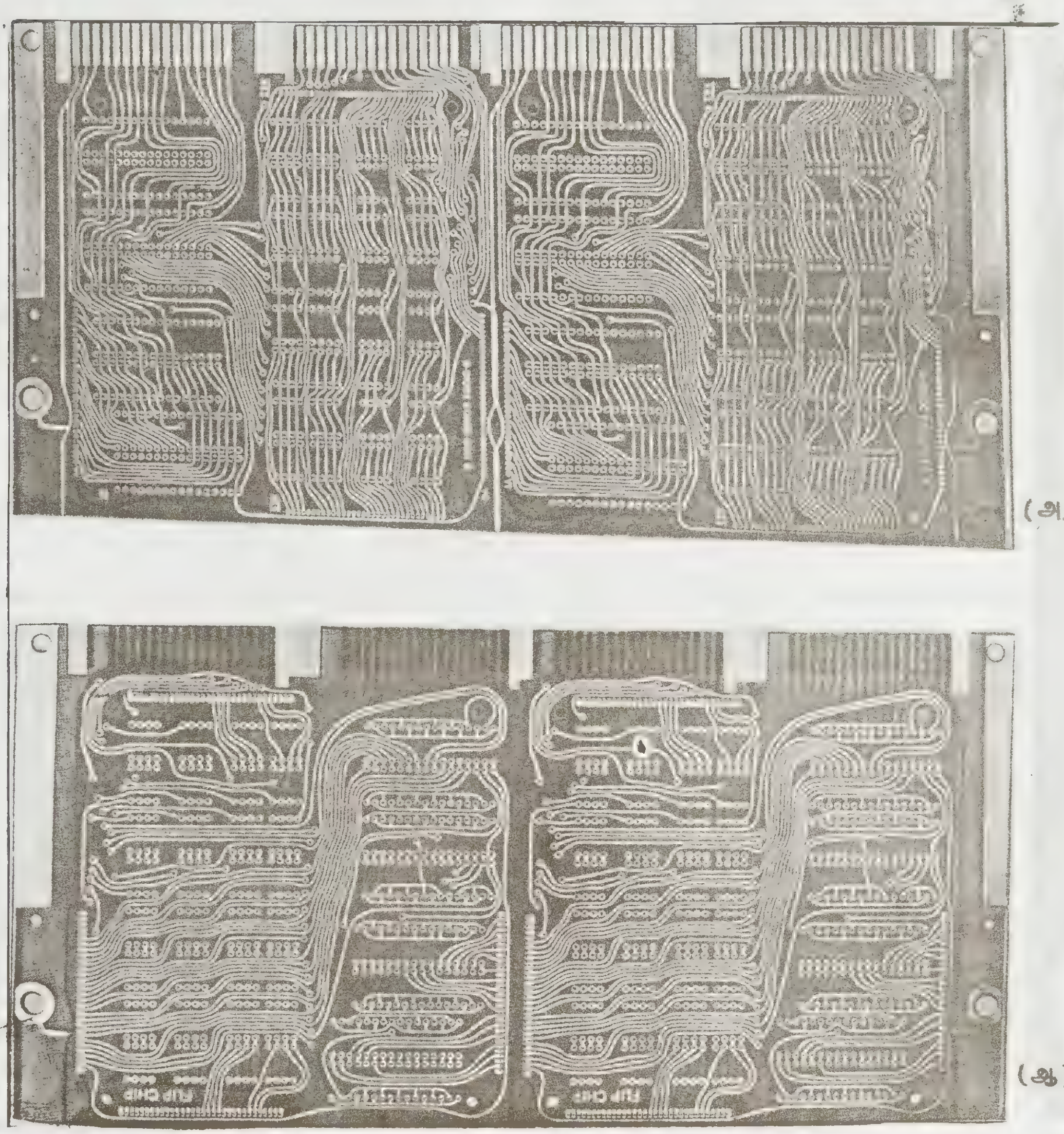
2. இவற்றின் பயன்பாடு மின்துகள் சுற்றுவழியைச் செய்யப் பிடிக்கும் உழைப்பைக் குறைக்கிறது. கணிப்பொறி, வழிப்படுத்திய ஏவுகணை ஆகிய சாதனங்களில் சிறுசிறு பகுதிகளைச் செய்வதில் இது பெரும்பயன் தருகிறது.

3. வரைபடக் கலைமுறை சீரான விளைவுகளைத் தருவதால் சாதனப் பகுதிகள் ஒரே சீராகச் செய்யப்படுகின்றன.

4. மேலும் இவை சீராகச் செய்யப்படுவதால் பகுதிகளைத் தரக்கட்டுப்பாடு (quality control) செய்தலும் விரைவாக நடக்கிறது.

5. அச்சிட்ட மின்சுற்று வழிகளின் பயன்பாடு திறமையற்ற தொழிலாளர்களை வெளியேற்றுவதால் மின்துகளியல் சாதனம் செய்வதிலிருந்து நம்பகமின்மைக்கான ஒரு காரணத்தைத் தவிர்க்கிறது. கையால் சூட்டிணைப்பு செய்யாமல் மூழ்க்வைத்து சூட்டிணைப்பதால் மின்துகளியல் உறுப்புகள் நன்கு இணைக்கப்படுகின்றன.

6. வரைப்படக் கலைச் செயல்முறைகள் துல்லியமிக்கவை. எனவே செய்யப்படும் மின்துகளியல் சாதனங்களின் அளவையும் எடையையும் குறைக்கின்றன இது மருத்துவப் பயன்பாடுகளிலும் விண்வெளி ஆராய்ச்சிப் பயன்பாடுகளிலும் மிக இன்றியமையாததாகும்.



(அ)

(ஆ)

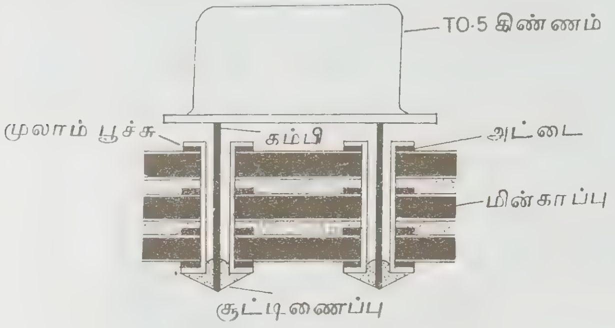
படம் 2. அரித்து, முலாம் பூசிய பின் உள்ள அச்சிட்ட மின்சுற்றுகளின் முகப்பு, பின்புறப் பகுதிகள். (அ) உறுப்புகள் உள்ள பக்கம் (ஆ) உறுப்புகள் சூட்டிணைத்த (soldered) பக்கம்.

தொழில் நுட்பம். அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழித் தொழில் நுட்பத்தை மூன்று அடிப்படைப் பகுதிகளாகப் பிரிக்க லாம். அவை 1. பொறியியல், 2. ஒளிப்படவியல், 3. தொழிற் செயல்முறைகள் என்பனவாகும்.

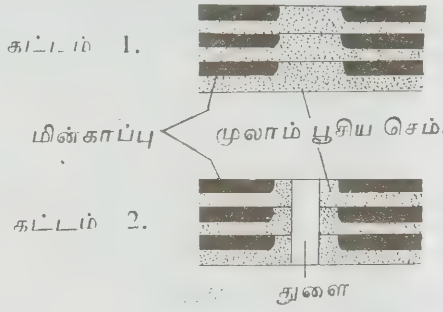
பொறியியல். மின்சுற்று வழிகளின் இருப்புகளும் அவற்றை இணைக்கும் கடத்தி வழிகளும் ஒரு கருக் கான சுற்றுவழி அமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். இந்த அமைப்பைப் பயன்படுத்தி ஒரு கலைப்பணியாளர் இதை விடப் பன்மடங்கு பெரிய ஒரு கலையை வரைவார். இதனுடைய அளவு உருவாக்கப்பட வேண்டிய மின் சுற்று வழியின் வகையைப் பொறுத்தது. கருப்பு அல்லது சிகப்பு நாடாக்களால் நிலையான அடிப்பகுதிப் பொரு ளின்மீது இந்தக் கலைப்படங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. அல்லது ஒரு நிலையான அடிப்பொருளின்மீது ஒளிப்பட இயலாக ஒளி கசியாத பொருளை வெட்டி எடுக்கும் முறையால் கலைப்படம் வரையப்படுவதும் உண்டு. துல்லியத்தை அதிகரிக்கவும் சிக்கலான மின் சுற்று வழி களைத் திறம்படச் செய்யவும் தன்னியக்க ஒளி முறை வரைவு சாதனங்கள் (படம் 1) பயன்படுத்தப்படுகின்

றன. இவை சுற்றுவழிகளின் உகந்த இருப்புகளைத் தாமாகவே கண்டறியும் கணிப்பொறிவழித் திட்டங்கள் மூலம் கடத்திவழிகளை உருவாக்கித் தக்க கலைப்படங் களை உருவாக்குகின்றன.

படங்கள் பல்வேறு வகைப்பட்ட கருவி அமைப்புகளை உருவாக்கவும் பயன்படுகின்றன. இந்தக் கலைப்படங் கள் மூலம் துளைப்பு அச்சுத் தட்டுகளையும், துளைப்பு சாதனங்களை எண்ணியலாகக் கட்டுப்படுத்தும் நாடாக்



(அ)



(ஆ)

படம் 3. பல அடுக்கு அச்சிட்ட கம்பியமைப்புப் பலகையின் குறுக்கு வெட்டு விவரம். (அ) TO-5 கிண்ணம் முலாம் பூசிய பல அடுக்கு மின்சுற்றுவழியுடன் கம்பிகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. (ஆ) ஒரு பல அடுக்கு ஒற்றமைப்பு மின்சுற்றுவழியில் துளையிடும் போது உள்ள இரு கட்டங்கள்.

ஒளிப்பட இயல் (Photography). மிகப் பெரிய கலைப் படங்கள் ஒளிப்பட இயலாகத் தக்க அளவுக்குச் சுருக்கப் பட்டுக் குறிப்பிட்ட பொறுதியுடன் துல்லியமாகக் கலைப் படத்தில் உள்ளதைப்போலவே மாற்றப்படுகின்றன. ஒரே நேரத்தில் பல சுற்றுவழிகளை உருவாக்க வேண் டும் என்றால் துல்லியமிக்க வடிநிலை மீள்செயல் சாதனம் ஒரு கூட்டுக் கலைப்படத்தை உருவாக்குகிறது. ஒவ்வொரு சுற்றுவழியும் மேற்கோள் இருப்புகளிலிருந்து துல்லியமாக அமைக்கப்படுகின்றது. எல்லாச் சுற்று வழிகளும் முற்றொருமித்த முறையில் செய்யப்படுகின் றன. மின்படல அளவு குறைப்புக்காகப் பயன்படுத்தப் படும் ஒளிப்படக் கருவியில் கண்ணாடித் தட்டுக் கருவி யமைப்புகள், முதல்நிலை, இரண்டாம நிலை, ஒருங் கிணைந்த சுற்றுவழி அமைப்புகளின் அளவு குறைப்பி கள் ஆகியவற்றிற்கு மூன்று முதன்மையான குத்துத் தளங்களும் படி எடுக்கும் பலகையும், வில்லையும், படல தளமும் தேவைப்படுகின்றன. எல்லாக் குத்துத் தளங் களும் 5 நொடிவட்ட வில்லுக்குத் துல்லியமாக அமைக் கப்பட வேண்டும். எனவே அமைப்பு, அசையாத விறைப்பு கொண்டதாக இருக்கவேண்டும். அளவு குறைக்கும் விகிதங்களைத் துல்லியமாகக்கட்டுப்படுத்தப் படி எடுக்கும் பலகையின் இருப்பு, வில்லையைப் பொறுத்துத் துல்லியமாக அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண் டும். துல்லிய அளவீட்டுச் சாதனங்களாகிய ஒளியியல் வர்னியரும் ஒப்பீட்டு அமைப்புகளும் ஒரு படிமத்தின் இருப்பை 0.0001 துல்லியத்தில் அளிக்கும். காண்க, ஒளிப்பட இயல்.

தொழில் செயல் முறை. சுற்றுவழி அமைப்பின் கலைப் படங்களைப் பயன்படுத்தித் திரைகளையும் படிமஉறை களையும் செய்வர். இந்தத் திரைகளையும் படிம உறை களையும் பயன்படுத்தி ஒளிதடைப் பொருள்கள் மூலம் உண்மையான மின் சுற்று வழிப் பகுதிகளின் அமைப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கலைப்

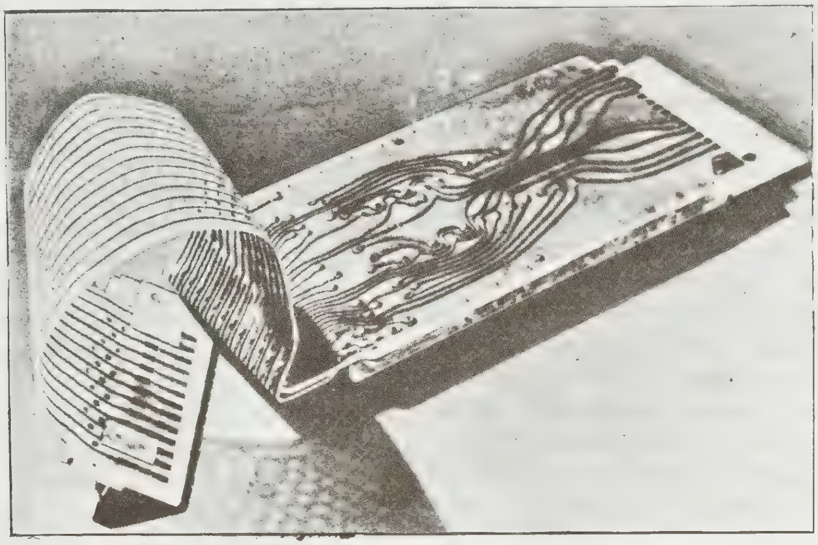
களையும், வழிகாட்டும் அச்சுத்தட்டுகளையும், இறுதி வடிவிற்கு அச்சிட்ட சுற்று வழிகளைச் சீர் செய்யும் சீர்மிப்புப் பொருத்தமைப்புகளையும் (dicing fixtures) அடுக்குச் செய்யும் பொருத்தமைப்புகளையும், பற்றிக் கொள்ளும் பொருத்தமைப்புகளையும் உருவாக்கு கின்றர். பலவகையான அச்சிட்ட மின்சுற்று வழிகளைச் செய்யப் பொறித்தல் (etching), திரையிடல் (screening), பூச்சிடல் (plating), அடுக்கு செய்தல் (laminating), வெற்றிட வீழ்படிவு (vacuum deposition), விரவல் (diffusion), பாதுகாப்புப் பூச்சுகளைப் பூசல் ஆகிய பல்வேறு செயல்முறைகள் தனியாகவும், கூட் டாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. செய்து முடிக்கப் பட்ட அச்சிட்ட மின்சுற்று வழிகள் இறுதியாகக் கண் ணால் பார்வையிடப்பட்டு அவற்றின் அளவுகள் சரி பார்க்கப்பட்டு வெளியில் அனுப்பப்பெறுகின்றன. சில பொருள்களின் கனங்களைக் கண்டுபிடிக்க நுண் பகுப்பு முறையும் (micro sectioning), அகச்சிவப்பு ஒளி அலை மாலை அளவியும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் அவை மின்னியலாகவும், கதிர் மூலமும் சோதிக்கப்படு கின்றன. காண்க, அச்சடித்தல்.

பயன்பாடுகள். அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகளை அவற் றின் பயன்பாடுகளைப் பொறுத்து மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. அச்சிட்ட மின்கம்பியமைப்பு, 2. திண், மென்படலங்கள், 3. கலப்புச் சுற்றுவழிகள், 4. ஒருங் கிணைந்த சுற்றுவழிகள்.

அச்சிட்ட மின்கம்பியமைப்பு. இது பேரளவில் பயன்படு கின்ற அச்சிட்ட மின் சுற்றுவழியாகும். அச்சிட்ட மின் கம்பியமைப்புப் பலகை என்பது ஒரு புறத்தில் அல்லது இரு புறங்களிலும் கடத்திகளால் பதிக்கப்பட்ட மின் காப்புப் பொருள் அமைந்த செம்புப் பலகையாகும். ஒரு பக்கம் அச்சிட்ட பலகைகள் தானியங்கி சாதனங்களி லும் வானொலியிலும், தொலைக்காட்சி அமைப்பு

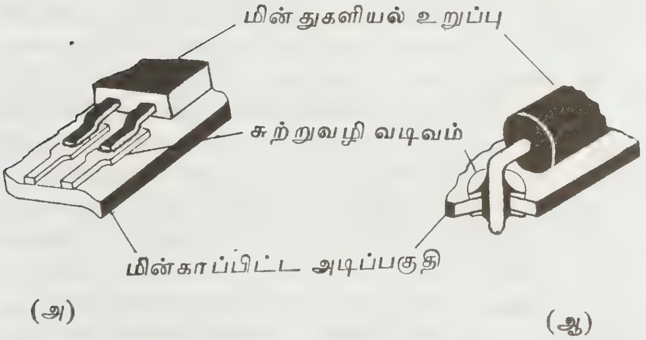
களிலும்படைத்துறைமின்துகளியல் தரைப் பாதுகாப்புச் சாதனங்களிலும், அதாவது இடத்தைப் பற்றியும் எடையைப் பற்றியும் கவலைப்படாத இடங்களில் எல்லாம் பயன்படுகின்றன.

உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் மேற்பரப்பின் அளவு குறையும் அதே நேரத்தில் இணைப்பிகளின் அளவு அதிகமாகும். ஒரு பகுதி அடைத்துக்கொள்ளும் இடத்தில் தற்போது இவற்றில் 14 கம்பி முனைகள்



படம் 4. நெளிவான அச்சிட்ட மின்கம்பி அமைப்பு

அச்சிட்ட மின்சுற்று வழி



படம் 5. அச்சிட்ட மின்கம்பி அமைப்புப் பலகையுடன் உறுப்புகளை இணைக்கும் முறை. (அ) பற்றவைத்த இணைப்பு, (ஆ) சூட்டிணைத்த இணைப்பு

இருபக்கம் அச்சிட்ட பலகைகளில் சில துளைகள் மூலமாக இருபுறமும் மின் தொடர்ச்சியை ஏற்படுத்தலாம். குறைந்த செலவில் நிறைந்த இணைவுகள் உள்ள இடங்களில் இவை பயன்படுகின்றன. வானூர்திகளிலும் கப்பல்களிலும் ஏவுகணைகளிலும் விண்வெளிக் கலங்களிலும் இவை பயன்படுகின்றன.

நுண்மின்துகளியல் பகுதிகளின் அளவுகளைக் குறைக்கப் பலஅடுக்கு அச்சிட்ட மின் கம்பியமைப்புப் பலகைகள் அமைகின்றன. பல அடுக்குப் பலகைகளில் ஒவ்வோர் அடுக்கிலும் மின்காப்பிடப்பட்ட கடத்திகள் தக்க இருப்பில் அமைக்கப்படுகின்றன. பல அடுக்குச் சுற்று வழிகளில் பொதுவாகப் பல இருபக்கப் பொறிப்புப் பலகைகள் அடுக்கடுக்காகத் தக்க துளைகளின் வழியாக இணைத்து அமைக்கப்படுகின்றன. பல அடுக்கு அச்சிட்ட மின்கம்பியமைப்புப் பலகைகளுக்குப் பதில் ஒருங்கிணைந்த தட்டிணைப்பு அணுகுமுறையும் பயன் படுத்தப்படுகின்றது.

வெப்பம் உண்டாக்கும் உறுப்புகளுக்கு வெப்பத்தைச் சிதறவைக்கும் உறிஞ்சகங்கள் (sinks) பயன் படுத்தப் படுகின்றன. இந்த உறிஞ்சகங்கள் செம்புப் பலகைகளில் அமைந்திருக்கும். வெளியேற்றப் பட வேண்டிய வெப்பம் அதிகமாகும் போது வெப்பம் கடத்தும் மின் காப்புப் பொருள்களாலான உலோகத் தகடுகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு பக்க அல்லது இருபக்கப் பலகைகளிலும், பல அடுக்குப் பலகைகளின் திறந்த அடுக்குகளிலும், பொன்னாலான அல்லது தகர ஈயக் கலவையாலான பாதுகாப்புப் பரப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பலகைகள் அமுங்கவைத்துச் சூட்டிணைக்கப்படுவதற்குத் தகர ஈயக் கலவையே சிறந்தது. நெளிவியல்புடைய அச்சிட்ட மின் கம்பியமைப்பு (படம் 5) ஒரு வகையான அச்சிட்ட மின்கம்பியமைப்பே. துணைக் கட்டமைப்புகளை இணைக்க இவற்றைப் பயன்படுத்தும்போது சுற்றுவழியைப் பூட்டும் நேரம் குறைகிறது. நெளிவான மெல்லிய மின்காப்புப் பொருள்களுக்கிடையில் மின்கம்பியமைக்கப் பலவித பொறித்த கடத்திகளை

யுடைய அடுக்குகள் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன. இவை பல அறைகளில் உள்ள மின் சுற்று வழிகளை இணைக்க உதவுகின்றன. மின்கம்பியமைப்பும் பலகைகளில் உள்ள பகுதிகளை இணைக்கக் கீழ்வரும் முறைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கம்பி முனைகளில் சூட்டிணைத்தல், அணைப்புச் சூட்டிணைத்தல் (lap soldering) அல்லது தட்டையான கம்பிமுனைகளைப் பலகைகளில் உள்ள பொருத்துவாய்களில் வெப்ப அழுத்தப் பிணைப்பு முறையில் (thermo compressing bonding) இணைத்தல் மூலம் இணைப்பு செய்யப்படுகிறது.

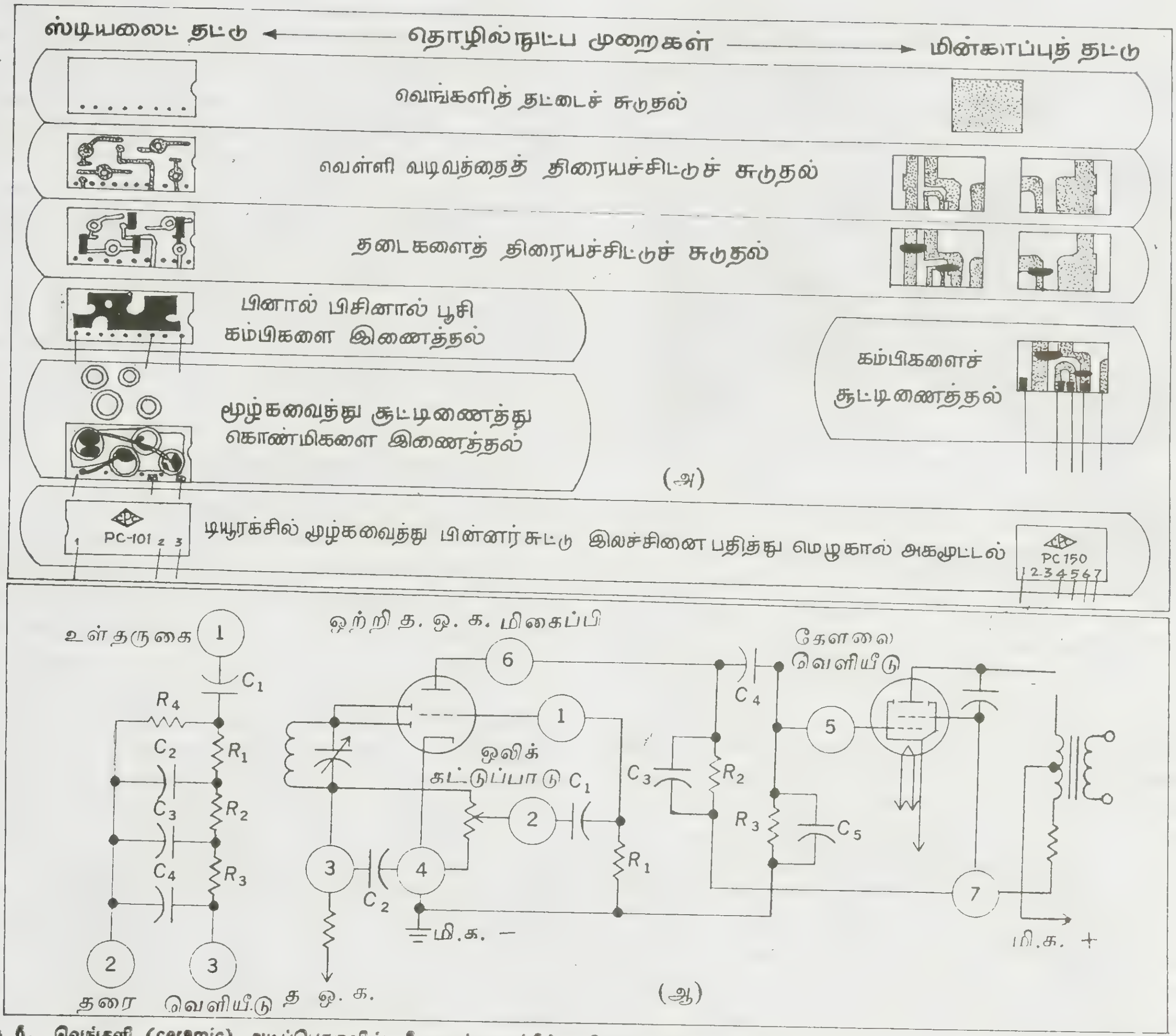
திண்படல மின்சுற்றுவழிகள். திண் படல மின்சுற்றுவழிகளில் (படம் 6) தடைகள், கொண்மிகள் (capacitors), தூண்டிகள் ஆகியவை சுடுமண், கண்ணாடி, வெள்ளைக் களிமண் பூசிய உலோகம் போன்ற மின்காப்புப் பொருள்களின் மேல் வீழ்படியச் செய்யப்படுகின்றன. முடக்க வலைகளைப் (Passive networks) பேரளவில் செய்ய இம்முறை பயன்படுகிறது. இந்த வலைகள் நேரியல்பு மின்சுற்று வழிகளிலும் பெரும் குறிப்பலை இலக்க முறைப் பெட்டகங்களிலும் (digital modules) பயன்படுகின்றன. மாபெரும் மின்துகளியல் கணிப்பொறிகளில் இவைபோன்ற எண்ணற்ற சுற்றுவழிகள் பயன்படுகின்றன. இந்தக் கனபடல வடிவமைப்பு 0.001 அங்குல கனங்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு சுற்றுவழி உறுப்புக்கும் கீழ்க்கண்ட வரையறைகள் தேவை. 1. குறிப்பிட்ட உறுப்பு அல்லது உறுப்பின் வடிவம் வரையறுக்கப்பட்டு இருக்கவேண்டும். இவை கிட்டத்தட்ட உண்மையான அளவைவிட 5 முதல் 25 மடங்கு பெரியவையாக இருக்கும். 2. குறிப்பிட்ட துல்லியமான ஒளிப்பட முறை அளவு குறைப்பு. இது 0.005 அங்குல அளவு துல்லியத்தில் அமையவேண்டும். 3. இந்த அமைப்பின் ஒளி கல்லச்சு வரைமுறையில் உருவாக்கப்பட்ட கறைபடியாத நிலைவெள்ளி பதிவுத்தகடு. 4. இந்தப் பதிவுத் தகட்டிற்குள் வீழ்படிய வல்ல தக்க மை. 5. படலத்தைக் காற்றில் உலர்த்தல். 6. உலர்ந்த வெப்ப நிலையில் இவற்றைச் சுடுதல்.

தடைவலைகள். தடைப் பிணைப்புகளும் கடத்தியும் உள்ள அமைப்புமே அச்சிட்ட தடை வலையாகும். ஒரு கரிமக் கரைப்பானில் கரைந்த விலையுயர்ந்த உலோக ஆக்சைடுகள் அல்லது விலையுயர்ந்த உலோகங்கள் உயர்பிசுப்புக் கலவை அச்சிடும் மையாகப் பயன்படுகின்றன. மின்காப்புப் பொருளின் மேல் தக்க வடிவமைப்பை அச்சிட்டதும் இந்த மை ஏறத்தாழ 750°C வெப்பநிலையில் சுடப்படுகிறது. பிறகு வெள்ளி அல்லது பொன் மையால் கடத்தி வடிவமைப்பு அச்சிடப்பட்டதும் 850°C முதல் 1000°Cஇல் சுடப்படுகிறது. அச்சிட்ட தடைகள் 10 முதல் 10^6ஓம் மதிப்புடையன. இந்தத் தடைகளின் மதிப்புகள் மையைப் பொறுத்தும் நீள அகல விகிதத்தைப் பொறுத்தும் கனத்தைப் பொறுத்தும் மாறும்.

செயல்முறைகளை நன்கு கட்டுப்படுத்தியும் கலைப்பட ஒளிப்படப் பொறுதிகளைக் கட்டுப்படுத்தியும் 5 விழுக்காடு பிழை எல்லைக்குள் அடங்கும் தடைகளை அச்சிடலாம். மேலும் கச்சிதமான பொறுதி தேவை என்றால், தடையின் மதிப்புகளை மேற்பரப்பு அல்லது வலை வடிவத்தின் ஓரங்களில் பலமாகக் கட்டுப்படுத்திச் செய்யலாம். இம்முறையில் தடை உறுப்பு தேவையான மதிப்புக்குச் சற்றுக் குறைவாக உள்ளபடி முதலில் செய்யப்படும். பிறகு வடிவமைப்புப் பொறுதி வரம்புகளுக்குள் அடங்குமாறு அதன் மதிப்பு சரி செய்யப்படும்: தடையின் மதிப்பு நிலையாக அமைதல் தடை செய்யப் பயன்படுத்தப்படும் மையைப் பொறுத்தது. பொதுவாக உயர் வெப்பநிலையில் பதப்படுத்தப்பட்ட பிசினும் கண்ணாடிப்பிணைப்புகளும் நல்ல நிலைப்புடைய தடைகளைத் தருகின்றன. பீனாலிக் பிணைப்பியைவிட எபாக்சி அல்லது சிலிக்கான் பிணைப்பிகள் மிகவும் நிலைப்புடைய தடைகளைத் தருகின்றன. தடைகளின் நிலைப்பை அவற்றை உயர் வெப்பநிலையில் பதப்படுத்தி அதிகமாக்கலாம். 150°F முதல் 600°F வரை உள்ள வெப்பநிலையில் சுடப்பட்ட கரியாலான சுமைகள், பொறுதித் தேவைகள் மிகக் கச்சிதமாக அமைய வேண்டாத பயன்பாடுகளான வானொலி, தொலைக்காட்சிக் கருவிகளைச் செய்யப் பயன்படும் அச்சிட்ட மின்தடைகள் செய்ய அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கொண்மங்கள் (Capacitance): **திண்படலவகை**. அச்சிட்ட கொண்மி உறுப்புகளைச் செய்ய முதலில் கடத்தியை ஒத்த பொருளால் ஓர் அடிமின்முனை (base electrode) வீழ்படியச் செய்யப்படுகிறது. அதன் மேல் ஒரு மின்காப்புப் படலம் வீழ்படியச் செய்யப்படுகிறது. பொதுவாக இந்த மின்காப்புப் படலத்திற்குப் பேரியம் டிட்டனேட், டைட்டானியம் டை ஆக்ஸைடு, போரோசிலிக்கேட், கண்ணாடி ஆகியவை 775°C வெப்பநிலையில் சுடப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இறுதியாகக் கடத்தியுடன் இணைக்கத்தக்க வகையில் மின் காப்புப்படலத்தின் மேல் எதிர்மின்முனை வீழ்படியச் செய்யப்படுகின்றது. இவ்விதம் செய்யப்படும் கொண்மங்களின் மதிப்புகள் 10 முதல் 10^8 பிக்கோஃபேரடுகள் (picco farads) மதிப்புடையனவாகும். இது பயன்படுத்தப்படும் பரப்பைப் பொறுத்து அமையும். மின்காப்புப் பொருளின் வகையையும் பொறுத்து அமையும். கொண்மங்களை உருவாக்கிப் பெறவும் அளவை மாற்றலாம். இதற்குப் பல சிறிய இணை நிலை மாறு கொண்மங்கள் அடிப்படைக் கொண்மத்துடன் ஒருங்கிணைந்து செய்யப்படுகின்றன. அல்லது கொண்மம் தேவையான அளவுக்கு மேல் செய்யப்படும். அல்லது செய்யப்படும் மதிப்பை 1% அளவுக்கு மாற்றும்படி மாறு கொண்மங்களை இயல்பு கொண்மத்துடன் இணைத்துச் செய்யப்படும். காண்க, கொண்மம் (capacitance).

அச்சிட்ட கொண்மங்களை டிட்டானேட்டுகள் போன்ற உயர் மின்காப்பு எண்ணுடைய சுடுமண் படலத்தில் இருபுறங்களிலும் மின்முனைகளைத் திரை



படம் 6. வெங்களி (ceramic) அடிப்பொருளின் மீதமைந்த அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழி. (அ) இடது கலத்தில் உள்ள சுற்றுவழிகள் அடிப்பகுதியில் பேரியம் டைட்டனேட்டு வெங்களிக் கொண்மிகள் சூட்டிணைத்து ஸ்டியலைட்டு (stealite) வெங்களியால் திரையிடப் பட்டவை. வலது கலத்தில் உள்ள சுற்றுவழிகள் உயர்மின் மாறிலி வெங்களியால் திரையிடப்பட்டவை. அடிமனை கொண்மிக்கான மின்காப்பாக எதிர்ப் பக்கங்களில் கடத்து பொருளால் திரையிட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. (ஆ) படம் (அ) இல் உள்ள சுற்றுவழிகளின் திட்ட விளக்கப்படம். வலதுபுறப்படம், சமக் குறிப்பீட்டு வடிவம் (representative form)

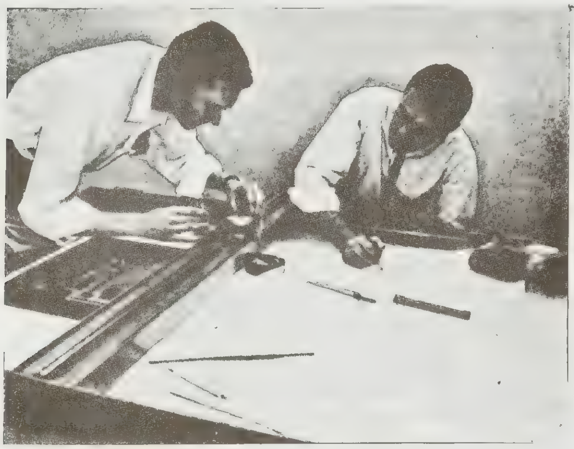
அச்சடிப்பு மூலம் உருவாக்கிச் செய்யலாம். டைட்டனேட்டின் மின்காப்பு, வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறுவதால், இத்தகைய கொண்மங்கள் வெப்பநிலைக் குத் துலங்குவனவாகும். சுற்றுவழியின் பொறுதிகள் அதிகமாக மாறினாலும் ஏற்கக்கூ ய இடங்களில் இவை பயன்படுத்தப்படும்.

தூண்டிகள் (Inductors). சுருளி வடிவில் கடத்து மையம் செய்யப்பட்ட தூண்டிகள் சில நேரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறையில் ஒன்று முதல் 900 மைக்ரோ என்றிகள் உள்ள தூண்டடங்களைச் (Inductances) செய்யலாம். பைரைட் பிணைப்பு மூலம் இவற்றின் மதிப்புகளை 5 மடங்கு ஆக்கலாம். 10 மெகாஹெர்ட்சுக்கும் குறைவாக அச்சிட்ட தூண்டிகளைச் செய்யும்போது பரப்பு அதிகரிப்பதால் வேறு வகைப்பட்ட தூண்டிகள் இவ்வகைப்பயன்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்துவர்.

பாதுகாப்பு மேற்பூச்சுகள் (Protective coatings). தடை கொண்ம உறுப்புகள் கண்ணாடி அல்லது நீர் உறிஞ்சாப் பிசின்களால் சூழலின் விளைவுகளிலிருந்து காக்கப்படுவதற்காக மேற்பூச்சுப் பூசப்படுகின்றன. இந்தப் பாதுகாப்புகள் பிற செயல்முறைகளிலிருந்து காக்கவும் பயன்படும். மின் முலாம் பூசல், சூட்டிணைத்தல் ஆகியவை கடத்தும் வகையையும் சூட்டிணைப்புத் திறனையும் முன்னேற்றப் பயன்படுத்தும்போது இந்தப் பாதுகாப்புப் பூச்சுகள் காப்பு தருகின்றன.

மென்படலச் சுற்றுவழிகள் (Thin film circuits). நுண் மின்துகளியல் (Micro electronics) அச்சிட்ட சுற்றுவழி

தொழில்நுட்ப முறையைப் பயன்படுத்தியதால் முதன் முதலில் மென்படல வீழ்படிவைப் பயன்படுத்திச் செய்யப் பட்ட முயற்சியாகும். திண்படலச் சுற்று வழிகளைப் போலவே மென்படலச் சுற்றுவழிகளிலும் முடக்க

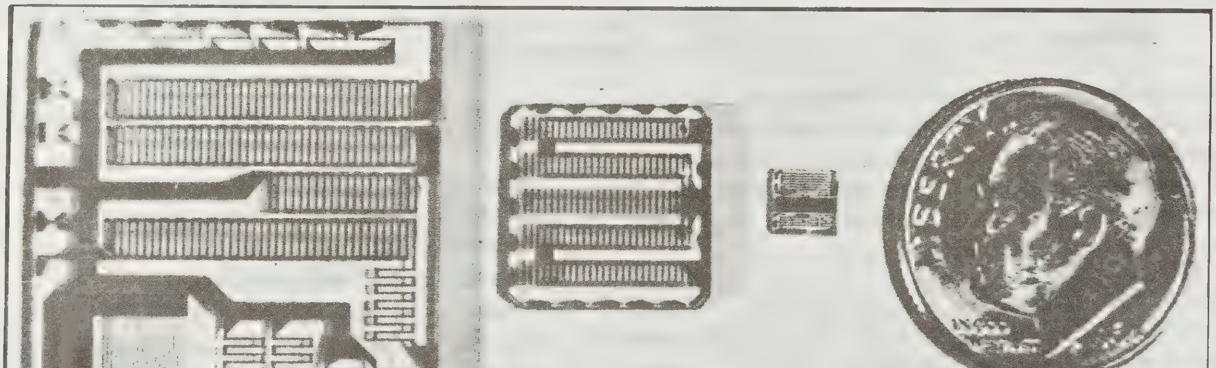


படம் 7. ஒருங்கிணை வரைவியைப் பயன்படுத்தல். கலைஞர்கள் மென்படலச் சுற்றுவழி வடிவத்துக்கான கலைப்படம் உரு வாக்குகின்றனர்.

உறுப்புகளே அமைகின்றன (passive elements). இம் முறையில் புல விளைவு திரிதடையங்களையும் (field effect transistors), இருமுனைய அமைப்புகளையும் (diode devices) செய்வதற்கான ஆராய்ச்சிகள் தற் போது நடைபெற்று வருகின்றன. திண்படலத்திற்கும் மென்படலத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு மென்ப்டலங் கள் மேலும் நிலைப்புடனும் துல்லியத்துடனும் செய்யப் படுவதேயாகும். மென்படலச்சுற்றுவழியின் சில முக்கிய மான சிறப்பியல்புகளாவன: 1. வெற்றிட வீழ்படிவு முறையைப் பயன்படுத்தி 5×10^{-6} முதல் 5×10^{-3} வரை சீரான கனத்தில் படலங்களைச் செய்து அவற்றைச் செய்யும்போதே இறுதிக் கனம் வடிவமைப்பு வரம்பு களுக்குள் அமைவதற்காகத் தக்க சோதனைக் கருவி களைக்கொண்டு அவற்றின் தடைகளை அளந்து கட்டுப் படுத்த முடிதல். 2. திண் படலச் சுற்றுவழியில் துளை மூலம் உருவாக்கப்படும் சுற்றுவழிப் படிமங்களை விட மென்படல வீழ்படிதல் முறையில் உருவாக்கப்படும் சுற்றுவழிப் படிமங்களை மிகவும் துல்லியமாகக் கட்டுப் படுத்த முடிதல். 3. திண்படலப் பொருள்களை விட மென்படலப் பொருள்கள் நிலைப்பு மின்னலையாக அமை தல். எனவே இத்தகைய துல்லியத்திற்காகவும் நிலைப் பிற்காகவும் மென்படலச் சுற்று வழிகள்வான் ஊர்தி, விண்வெளிக்கலம், தொழிற்றுறை, மின்துகளியல் கருவி கள் ஆகியவற்றில் வேறுபாட்டு மிகைப்பிகளாகவும் ஏணி வலைகளாகவும் நேர்மின்னேற்றத்திலிருந்து மாறு மின்னோட்டத்திற்குக் குறிப்பலைகளை மாற்றும் அலைமாற்றிகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

வெட்டிப் பட்டையிடும் பொருள் மூலம் உண்மை அளவைவிட 25 மடங்கு பெரிய அளவில் இத்தகைய சுற்றுவழிகள் தலைமைக் கலைப்படம் (masterart work) மூலம் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த வடிவம் படம் 7இல் காட்டப்பட்டுள்ள ஒருங்கிணைப்பு வரைவியில் (co-ordinator graph) வரையப்படுகின்றது. இதனுடைய துல்லியம் 0.0015 அங்குலம். இந்தத் தலைமைக் கலைப்படங்களை உருவாக்கும்போதும் ஒளிப்பட மாக்கும் போதும் வெப்பநிலை, ஈரப்பதம், தூசு ஆகிய வற்றைத் தக்கபடி கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

தடைவலைகள் (resistor net works). படம் 8இல் காட்டப்பட்டுள்ள தடைவலைகள் பின்வரும் இரண்டு முறைகளில் ஒன்றின் மூலம் செய்யப்படுகின்றன. தடை வடிவம் வெற்றிட வீழ்படிவு முறையால் தடைப் பொருள்களில் ஓர் அடி அடுக்கில் உலோகத் திரை வழி யாகப் படியச் செய்யப்படுகிறது. இதிலேயே கடத்தி வடிவங்களும் அடுத்தபடியாக வெற்றிட வீழ்படிவு முறையால் படிவிக்கப்படும். இங்ஙனம் வீழ்படியச்



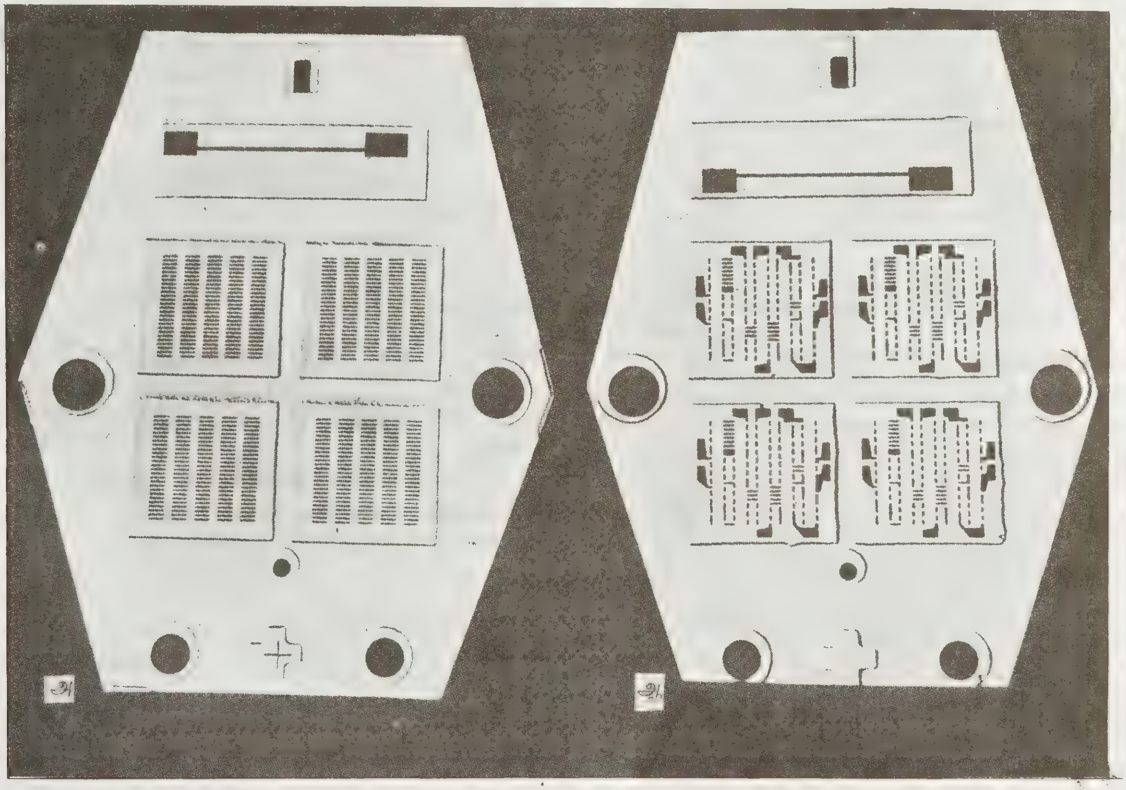
படம் 8. மூன்று மென்படலத் தடை வலைகள்

செய்த அடிஅடுக்குகள் ஒளிப்பட முறையால் குறிக்கப் படுகின்றன. மிகச் சிக்கலான வலைகளுக்குப் பின்னர் கூறிய முறை மிகவும் எளியது. என்றாலும், தன்னியக்கக் கருவிக்குள் அமைந்த செந்தர உலோகத் திரையில் வடிவங்களை உருவாக்குவது விலை குறைந்த ஒன்றாகும். இதற்குப் பெரிதளவில் பயன்படும் தடைப் பொருள் நிக்ரோம் ஆகும். (இது 80% நிக்கல், 20% குரோமியம் கலந்த உலோகக் கலவை). இந்தப் பொருளைக் கொண்டு 100 முதல் 7500 ஓம்கள் வரையிலான தடை உறுப்புகள் செய்யப்படுகின்றன. பொருளின் அளவை மாற்றித் திண்படல முறையைப் போலவே இதிலும் தடையின் அளவை மாற்றலாம். என்றாலும் தடை மாற்றம் பல இணைநிலை சிறுதடை உறுப்புகளைப் பயன்படுத்திய தலைமைத் தடை உறுப்பின் அளவை மாற்றுவர். இந்தத் தடை மாற்றமுறை 5% அளவுக்கு 1% துல்லியத்துடன் செய்யப்படும். நிக்ரோம் மிகவும் நிலைப்பும் வாழ்நாளும் உடையது. எனவே இவற்றை வான் ஊர்திக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளில் இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பிறகு பயன்படுத்தி வருகின்றனர். காண்க, தடை மின்.

மற்றொரு தடைப்பொருள் வெங்களி (பீங்கான்) உலோகப்படலம் ஆகும். இது செர்மெட் (cermet) எனச் சுருக்கமாக அழைக்கப்படுகிறது. ஒரே நேரத்தில் குரோமியத்தையும் சிலிக்கோன் மோனாக்சைடையும் ஆவியாகச் செய்து இப்பொருள் உருவாக்கப்படுகிறது. நிக்ரோமைவிட இது உயர் தடை உடையது. எனவே இது அடைத்துக்கொள்ளும் இடைவெளி குறைவு. ஆனால் நிக்ரோமைவிடக் குறைந்த நிலைப்புடையது. எனவே இது ஒருங்கிணைந்த சுற்று வழிகளில் மட்டும் இடைவெளியைப் பற்றிக் கவலையில்லாத பிற முறைகளால் நிலைப்பை ஊட்டக்கூடிய இடங்களில் பயன்படுகிறது. காண்க, செர்மெட் (cermet).

கொண்மங்கள், மென்படல வகை. மென்படலக் கொண்மங்கள் படம் 9இல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி திரைகளைப் பயன்படுத்தி வெற்றிட வீழ்படிவு முறையில் செய்யப்படுகின்றன. மென்படலக் கொண்மிகளைச் செய்தலும் அவற்றின் மதிப்புகளை மாற்றி அமைத்தலும் திண்படல வகையைப் போன்றதே. சிலிக்கான் மோனாக்சைடு, சிலிக்கான் டை ஆக்சைடு, மக்னீசியம் புளோரைடு, நாக சல்பைடு, டான்டலம் பென்டாக்சைடு ஆகிய மின்காப்புப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இந்தக் கொண்மங்களின் அளவு ஒரு சதுர அங்குலத்தில் 0.025 முதல் 0.32 மைக்ரோபேரேடு வரை இருக்கும். இதனுடைய மின்னழுத்த வரையளவுகள் ஒரு மைக்கரான் மின்காப்புப் பொருள் கனத்திற்கு 25முதல் 50 வோல்ட்டுகளாக அமையும்.

வீழ்படிவுக்குப் பிந்திய செயல்முறைகள் (post deposition treatments) மேற்பரப்புகளின் ஆக்ஸிஜன் ஏற்றம் நிலைப்படுவதை முடுக்க அனைத்துச் சுற்று வழிகளும் உயர்வெப்பநிலை நாட்பாட்டிற்கு ஆட்படுத்தப்படு

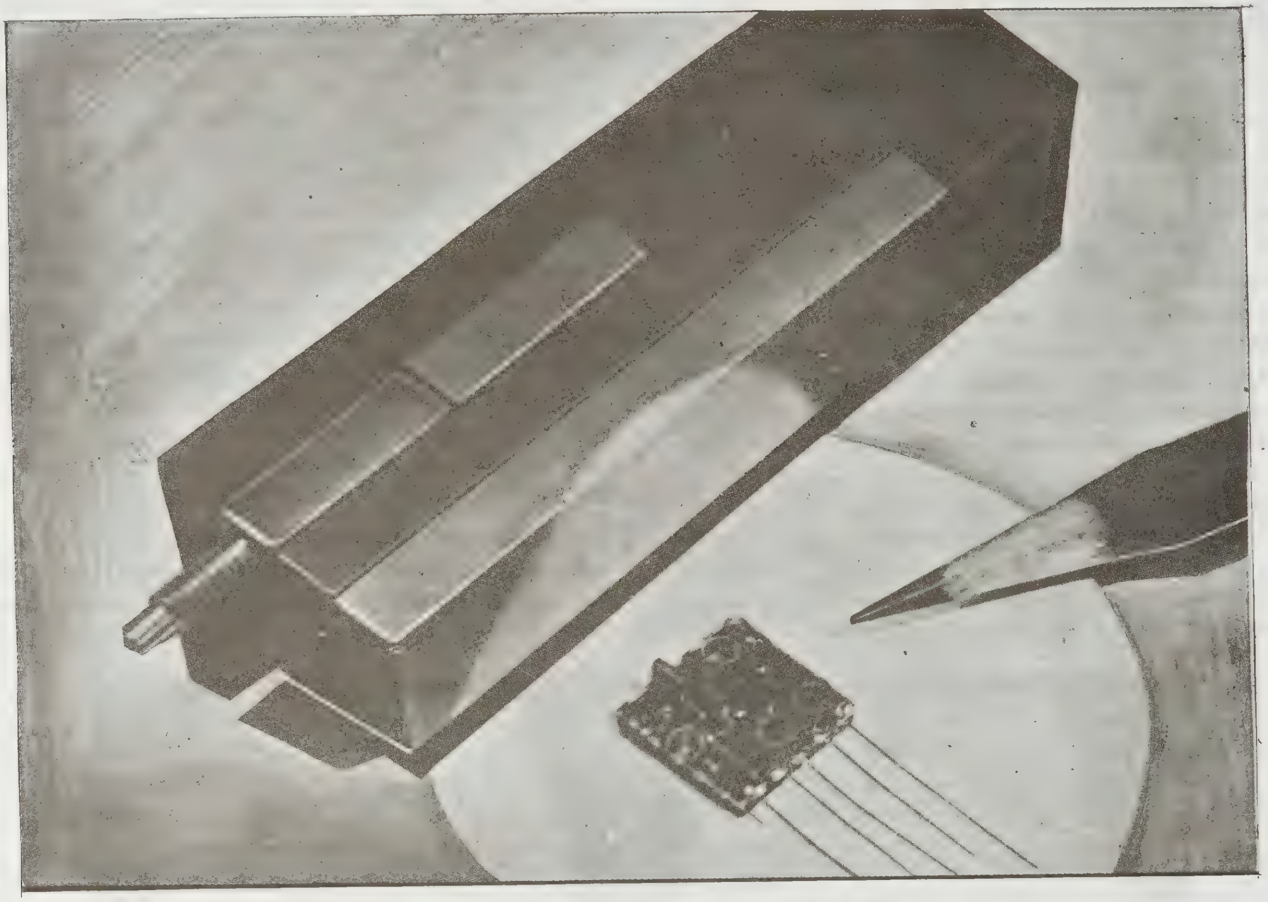


படம் 9. மென்படலத் தடையை வெற்றிட வீழ்படிவால் செய்யப் பயன்படும் உலோகத் திரைகள் (metallic masks) (அ) தடை உறுப்புகளான வடிவம், (ஆ) இடையிணைக்கும் சுற்றுவழிகளுக்கான வடிவம்.

கின்றன. அடிப்படையில் இச்சுற்றுவழிகள் கம்பி முனைகள் இணைத்த பிசின்கள் மூலம் பூசப்படுகின்றன. அல்லது உறையிடப்படுகின்றன. இந்தச் செயல் இயக்க வலுவையும் சூழல் பாதுகாப்பையும் தருகின்றது.

காண்க, இருமுனையம், அரைக்கடத்தி, திரி தடையம்.

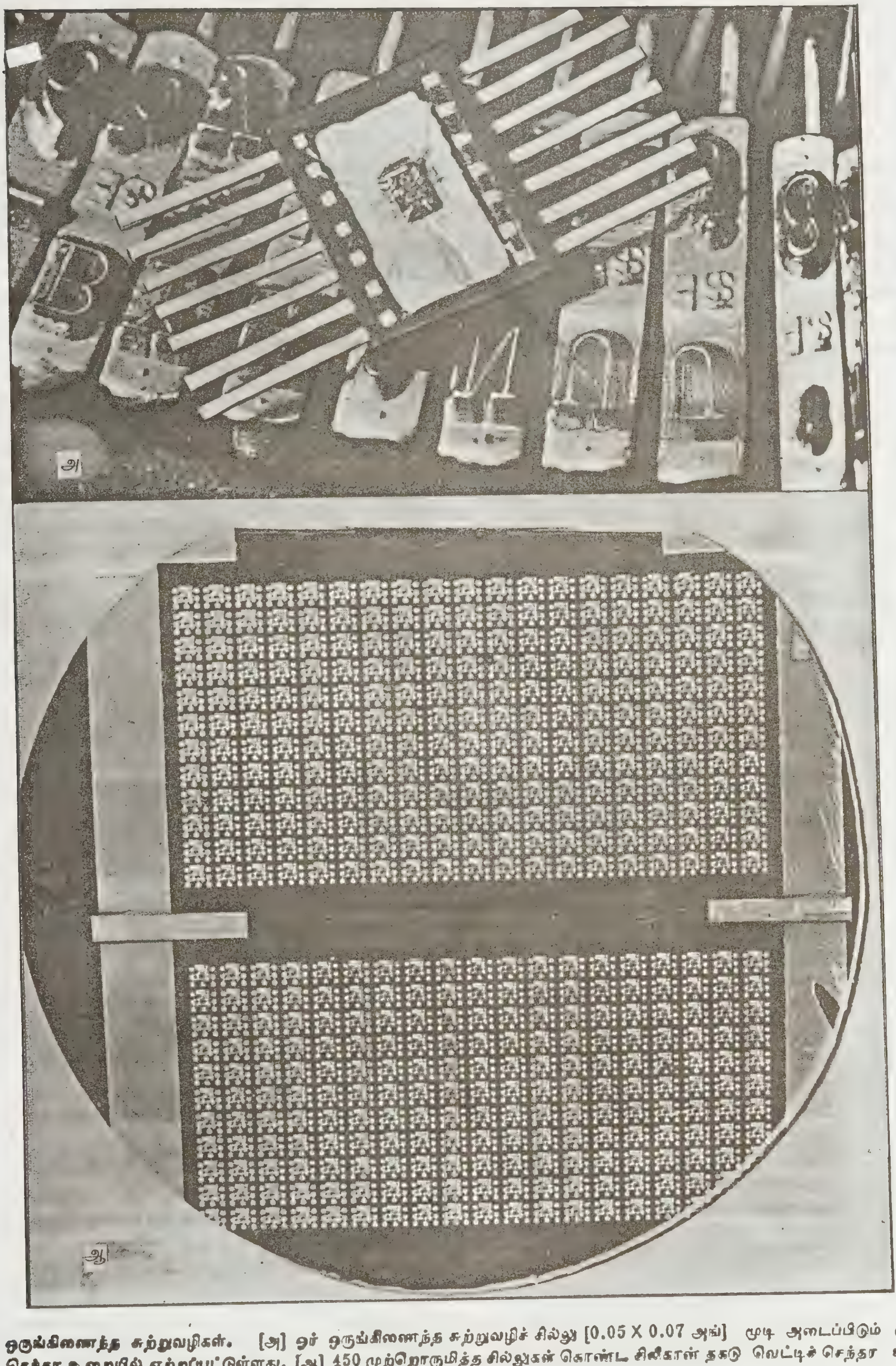
ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகள் (Integrated circuits). ஒரு செயல்பாட்டைச் செய்யச் சுற்றுவழியை ஒரு சிலி



படம் 10. கலப்புச் சுற்றுவழி முறை. திரண்ட உறுப்புகளையும் அச்சிட்ட உறுப்புகளையும் கையாளுகிறது.

கலப்புச் சுற்றுவழிகள் (Hybrid circuits). படம் 10 இல் காட்டப்பட்டுள்ள திண், மென்படலக் கலப்புச் சுற்றுவழிகள் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட அடிஅடுக்குகள் உடையன. இவற்றில் முடக்க வலைகள், பெரும்பாலும் தடைவலைகள், வீழ்படியச் செய்யப்பட்டுள்ளன. இந்த முடக்க வலைகளுடன் சிறு இருமுனையம், திரி தடையம், கொண்மிகள், தூண்டிகள், சில்லுகள் (chips) போன்ற உறுப்புகள் பிரிந்த முனையுடைய தொடர்நிலைத் தடைகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த இணைப்பு பற்றுவைப்பாலோ வெப்ப அமுக்கப் பிணைப்பாலோ அல்லது சூட்டிணைப்பாலோ செய்யப்படும். உறுப்புகளும் புறக்கம்பி முனைகளும் இணைக்கப்பட்டதும் இந்த முழு அமைப்பும் பிசினுக்குள் உறையிடப்படும். சிக்கலான இணைப்புச் சுற்றுவழிகள், வேறுபாடு மிகைப்பிகள் ஆகியவற்றைச் செய்ய இந்தக் கலப்புச் சுற்றுவழிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கான் படத்தில் மேல் அரைக்கடத்தி உறுப்புகளைக் கொண்டு மின்துகளியல் உறுப்புகளைப் பயன்படுத்தி ஒரே அச்சாக விரவிச் செய்யப்பட்ட சுற்றுவழி ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழி எனப்படுகிறது. இது படம் 11 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட படலத்தில் அல்லது சில்லில் (chip) 7 திரிதடையங்களும் இரண்டு இருமுனையங்களும், 10 தடையங்களும் 0.050×0.070 சதுர அங்குலத்துக்குள் அடங்கியுள்ளன. முழுதும் அடைக்கப்பட்டுள்ள பன்னிரண்டு கம்பிமுனைகள் வெளியேறும் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழி வழக்கமான மின்துகளியல் பகுதியைவிட மிகச் சிறியதாக இருக்கும். இந்தப் பேரளவு அளவுக்குறைப்பு ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகளுக்குப் பலவிதப் பயன்பாடுகளை உருவாக்கியுள்ளது. இவை இலக்கமுறை இணைப்புச் சுற்றுவழிகளிலும் வேறுபாடு, கேள்வி, காட்சி, இடைநிலை அலைவெண்களில் இயங்கும்

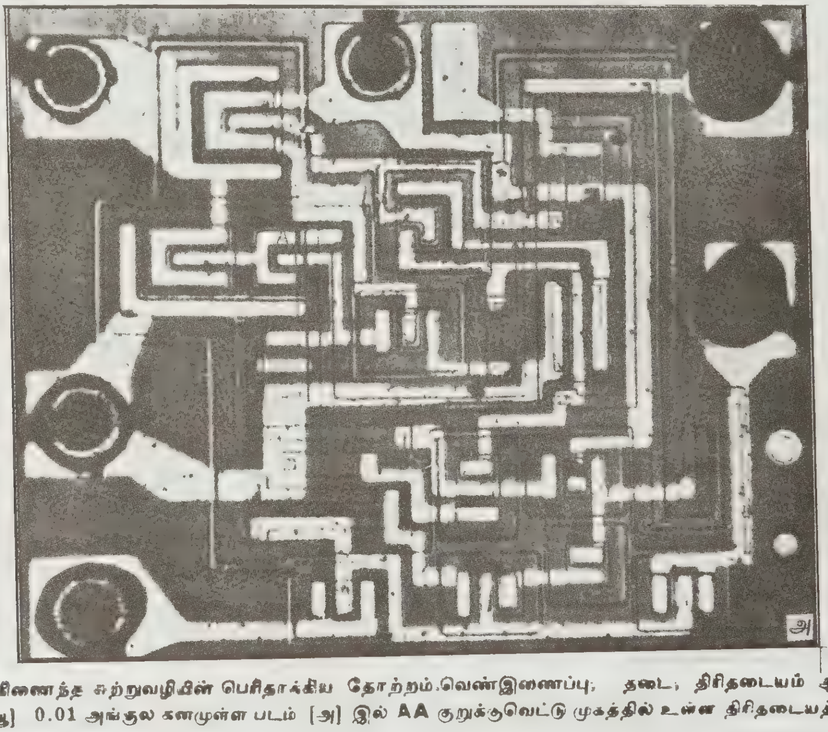


படம் 11. ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகள். [அ] ஓர் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிச் சில்லு [0.05 X 0.07 அங்] மூடி அடைப்பிடும் முன்பு, செந்தர உறையில் ஏற்றப்பட்டுள்ளது. [ஆ] 450 முற்றொருமித்த சில்லுகள் கொண்ட சிலிகான் தகடு வெட்டிச் செந்தர உறையில் படம் [அ] உள்ளதைப்போல் ஏற்றப்படும்முன் உள்ள தோற்றம்.

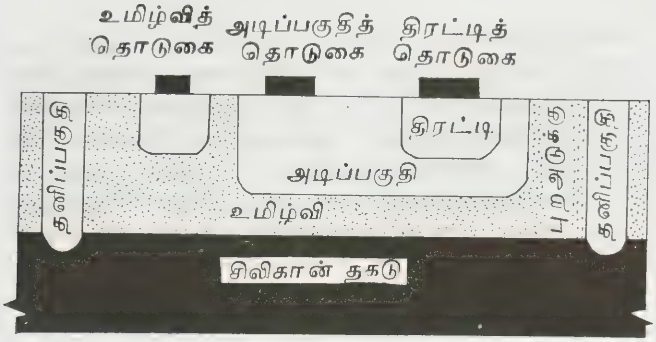
வானொலி அலைவெண் மிகைப்பிகளிலும் ஒற்றிகளிலும், அலைவியற்றிகளிலும், கலப்பிகளிலும் பயன்படுகின்றன. மேற்கூறிய பெரும்பாலான கருவிகள் வான் ஊர்தி, விண்வெளிக் கலத் திட்டங்களில் பேரளவு பயன்பாடு உடையன. கேள்விப்பொறி (hearing aid) போன்ற பயன்பாடு மிக்க நுகர்வாளர் கருவிகளிலும் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழி அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. பல்வேறு வணிக அமைப்புகளில், எடுத்துக் காட்டாகப் போக்குவரத்துக் குறிப்பலைக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள், காவலர் வேகம் சரிபாக்கும் கருவிகள் ஆகியவற்றில் பயன்படுகின்றன. ஒருங்கிணைந்த மின் சுற்றுவழிகளின் பயன்பாடு குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் முன்னர் நிகழ்த்திய பல செயல்முறைகளை உள்ளடக்குவதற்கான வழிவகைகளை உருவாக்கியுள்ளது.

உண்மை வடிவைவிட 500 முதல் 1000 மடங்கு பெரிய வடிவில் ஒருங்கிணைந்த சுற்று வழிகளுக்கான தலைமைக் கலைப்படம் ஒருங்கிணைப்பு வரைவியில் (coordinatograph) செய்யப்படுகிறது. இந்த அளவு ஒளிப்பட அளவுக்குறைப்பு மூலம் பல படிநிலைகளில் மிகத் திறம்பட ஒளிப்படக் கலைஞரால் உண்மை அளவுக்குக் குறைக்கப்படுகிறது. பிறகு இந்தச் சுற்றுவழியின் இறுதி வடிவப்படிமம் ஒரு கண்ணாடித் திரையில் ஓர் அங்குல விட்டமுள்ள வட்டத்தில் கிட்டத்தட்ட 300 முதல் 500 தடவை திரும்பத் திரும்ப உருவாக்கப்படுகிறது. இதற்குக் குறைந்தது 5 கண்ணாடித் திரைகள் தேவைப்படுகின்றன. இதன் மூலம் எளிய முன்னிலை விரவல் கட்டமைப்புடைய சுற்றுவழிகளைச் செய்ய முடிகிறது. செர்மெட் தடைகளைப் பயன்படுத்தும் கலப்பு ஒருங்கிணைந்த சுற்று வழிகளை உருவாக்க ஒன்பதுக்கும் மேற்பட்ட திரைகள் தேவைப்படுகின்றன. வடிவங்கள் விரவப்படும் துல்லியம் மிகவும் உய்யநிலை (critical) வாய்ந்தது. ஒவ்வொரு திரையையும் 0.00005 அங்குல அளவுப்பிரிதிறம் (resolution) உடையதாய் அமைக்கவேண்டும். முழுச் சுற்றுவழிக்குமான எல்லாத் திரைகளும் படல முற்றிலும் 0.00025 அங்குலத்தில் மூலத் திரையின் படிவத்தைப் பதிவு செய்ய வேண்டும். இது படலப்பதிவின் துல்லியத்தை நிலைநிறுத்தத் தேவைப்படுகிறது. காண்க, ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகள்; அச்சடித்தல்.

ஓர் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழி பின்வரும் முறையில் (படம் 12) செய்யப்படுகிறது. முதலில் வைர வாளால் அல்லது அரம்பத்தால் தூய்மையான சிலிக்கான் பாளம் ஓர் அங்குல விட்டப்படலத் துண்டாக வெட்டப்படுகிறது; பிறகு, அந்தப்படலத்துண்டு வேதியலாக மெருகூட்டப்பட்டு அணைப்புச் செய்யப்படுகிறது (lapped). பின்னர் படலத்துண்டின் மேற்பரப்பில் தனி சிலிக்கான் படிகம் வீழ்படியச் செய்யப்படுகிறது. சுற்றுவழியின் உறுப்புகளை மின்னியலாகத்தனிப்படுத்த மாசுகள் உள் விரவப்படுகின்றன. பிறகு அடிப்பரப்பு எபிடாக்சியல் அடுக்காக விரவப்படுகிறது. இதற்கு விரவும் முறை தடைகளைப் பயன்படுத்தினால் அடிப்பரப்பும் தடைவடிவமும் ஒரே நேரத்தில் விரவப்படுகின்றன. திரட்டியின் தொடுகையும் (Collector contact), உமிழ்வியின் பரப்பும் (emitter area) பிறகு விரவப்படுகின்றன. உமிழ்வி பரப்பு உயர்மாசு செறிந்தது. பிறகு



படம் 12. [அ] ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழியின் பெரிதாக்கிய தோற்றம். வெண்இணைப்பு; தடை; திரிதடையம் ஆகியவற்றைக் காட்டுகிறது. [ஆ] 0.01 அங்குல களமுள்ள படம் [அ] இல் AA குறுக்குவெட்டு முகத்தில் உள்ள திரிதடையத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம். (படம் 12 (ஆ) அடுத்த பக்கம் பார்க்க)



படம் 12 (ஆ)

உலோகத் தொடுகைகள் வீழ்படிவு செய்யப்படுகின்றன. இப்பொழுது செர்மெட் தடைகள் அவை பயன்படுத்தப்பட்டால், வீழ்படியச் செய்யப்படுகின்றன. பின்னர் அலுமினிய இடையிணைப்பு வளிமம்வீழ்படியச் செய்யப்படுகின்றது. உடனே ஒருங்கிணைந்த மின் சுற்றுவழிகள் மின்னியல் சோதனைக்கு ஆட்படுத்தப் படுகின்றன. பின் ஓர் அங்குல விட்டப் படலத்துண்டு தனித்தனிச் சில்லுகளாக வெட்டப்படுகின்றது. உடனே, இந்தச் சில்லுகளில் ஒரு மின்கலத்தில் பொன் கம்பி முனைகள் வெப்ப அமுக்கவிணைப்பு முறையில் இணைக் கப்படுகின்றன. பிறகு, இந்தச் சில்லு ஒரு பாதுகாப்பு உறைக்குள் இடப்படுகிறது. பொதுவாக இது தட்டை யாக இருக்கும். இந்த உறையின் புறக்கம்பி இணைப்பு கள் பிணைக்கப்படுகின்றன. இந்த உறை சூழலிலிருந்து முற்றிலும் தனிப்படும்படி அடைக்கப்படுகின்றது. இறுதியில், மின்னியல் சோதனைகள் செய்த அளவு, ஆகியவைகாட்சிச் சோதனைகளுக்கு உட்படுத்தி இந்தச் சுற்றுவழிகள் சோதிக்கப்படுகின்றன. இங்குக் கூறிய செயல்முறைகளின் படி நிலைவரிசைகள் மிகமிக எளிய ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகளுக்கே பொருந்தும். சுருக் கத்திற்காக இங்கு இவை எளிமைப்படுத்தித் தரப் பட்டன.

வளர்ச்சியடைந்த தொழில் நுட்ப முறைகள் (Advanced Techniques). பேரளவு ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகளை உருவாக்குவதற்கான தொழில் நுட்ப முறைகள் பல விளக்கப்பட்டுள்ளன. பல்வேறு சுற்றுவழிகளுக்கு அவற்றின் இடையிணைப்புகளையும் இவை ஒரே படலத்துண்டில் உருவாக்கவல்லன. இவ்வித அணுகு முறை ஒன்றில் படலத்துண்டில் அமைந்த தனித்தனி சுற்றுவழிகள் கணிப்பொறி மூலம் சோதிக்கப்பட்டு முழு சிக்கலான சுற்று வழிக்கான சுட்டளவுகளைத் (Parameters) தீர்மானிக்கின்ற இடையிணைப்புகள் கண்டறி யப்படுகின்றன. கணிப்பொறி தன்னியக்கப்படுத்தப் பட ஒளிப்பட வரைவிக்கான (Photo plate) கட் டளைகளைத் தந்து இடையிணைப்புக்குத் தேவையான கலைப்படத்தை உருவாக்குகிறது. பிறகே படலத் துண்டில் இடையிணைப்புகள் செய்யப்படுகின்றன.

புலவிளைவுக் கருவிகள், பரவலாகக் கிடைத்தால் வியத்தகு முன்னேற்றங்களை இத்துறையில் காண நேரும். இந்தக் கருவியின் உலோக ஆக்சைடு சிலிகான் தொழில் நுட்பத்தால் செய்யப்படுகின்றன. உலோக நைட்டிரேட், சிலிகான் அல்லது உலோக மின்காப்பு, அரைக்கடத்தி தொழில் நுட்பங்களாலும் செய்யப்படுவ துண்டு. ஒருங்கிணைந்த திரிதடையத்தைப்போல 4% பரப்பிலேயே ஓர் உலோக ஆக்சைடு சிலிக்கான் தொழில் நுட்ப முறையில் செய்யப்பட்டச்செயல்பாட்டு உறுப்பு அமைகிறது. இதைப்போல ஓர் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழித்தடையினுடைய பரப்பில் 4% அளவிலேயே ஓர் உலோக ஆக்சைடு சிலிகான் நுட்ப முறையில் செய்யத்தடை அமைகிறது. கருவித் தொழில்நுட்ப இயலில் வளரும் ஒவ்வொரு புதிய முன்னேற்றமும் வரைபடத் தொழில்நுட்ப முறையில் ஒரு புதிய தேவை யையும் நுணுக்கத்தையும் உருவாக்குகிறது. துல்லிய மான செயல் செயல்பாட்டில் ஒரு புதிய போட்டியை உருவாக்குகிறது.

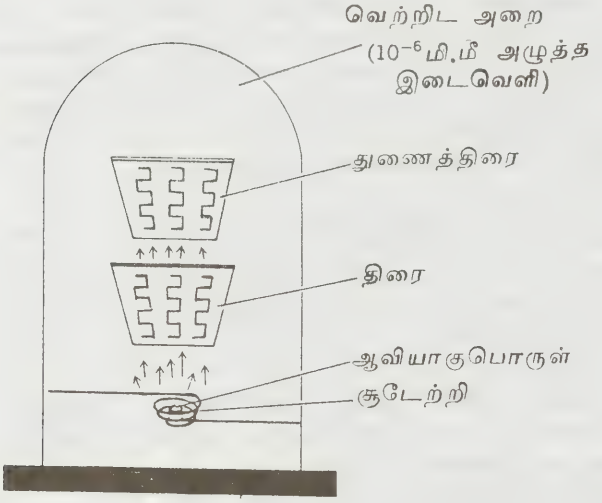
தொழிலகச் செயல்முறைகள். வழக்கிலுள்ள அச் சிட்ட மின்சுற்றுவழிகளை உருவாக்கும் தொழிலகச் செயல்முறைகளை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. பொருள் அகற்றுதல் அல்லது வெட்டி எடுத்தல், 2. படல வீழ்படிவு (film deposition) 3. விரவல் (diffusion) 4. அச்சுருக்களில் வார்த்தல்.

பொருளை அகற்றும் முறை. பொருளை அகற்றும் செயல்முறையில் ஒளிப்பொறிப்பு முறையும் துளைப் பொறிப்பு முறையும் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. இவை அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகளைச் செய்யப் பேரள வில் பயன்படும் நுட்பங்களாகும்.

ஒளிப்பொறிப்பு முறை. ஒளிப்பொறிப்பு முறையில் பொறிப்புப் பொருளின் எதிர்ப்பு வடிவம் (conductor pattern) ஒளிப்படல இயலாக உருவாக்கப்படுகிறது. செம்பு மின்படலம் ஒளிப்புலன் பசையால் பூசப்படு கிறது. இதில் ஒளிஎதிர்நகல் சுற்றுவழியின் ஒளிஎதிர் நகல் வடிவம் பசையின் மேல் படியச் செய்யப்படுகிறது. பிறகு இது ஓர் ஊதாக் கதிருக்கு ஆட்படுத்தப்படும். இது ஒளிப்பட நேர்மூலத்தை உருவாக்குவதை ஒத்ததே. புற ஊதாக்கதிருக்குஆட்படும்போது ஒளிப்பசை கடினம் உறுகிறது. இந்தத் தட்டு பின்னர் சாராயத்தில் அலசப் படுகிறது. கதிர்படாத செம்பு மென்படலத்திலுள்ள பசை இந்நிகழ்வின்போது கரைந்து விடும். எனவே கதிர்பட்ட பரப்புகள் கரையாமல் வன்மையாகப் படலத் தின் மேல் அமைந்திருக்கும். இது அடுத்து நிகழும் பொறிப்புச் செயல்முறையின் போது செம்பு மென் படலத்தைக் காக்கிறது. மூடப்படாத செம்பு ஓர் அமிலத்திற்குள் அல்லது பெரிக்குளோரைடு பொறிப்புப் பொருள் தொட்டிக்குள் இட்டுக் கரைக்கப்படும். இறுதி யில் கடினமான பசை கதிர்பட்ட பரப்புகளில் இருந்து கரைக்கப்படும். இறுதியில் செம்புக் கடத்தி வடிவம் மிஞ்சும். மற்றொரு மாற்று முறையும் பெருவழக்கில் உள்ளது. இதில் நேர்நகல் வடிவம், பசையின் மேல் படியச் செய்து கதிர் வீச்சுக்கு ஆட்படுத்தப்படும். கதிர் படாத பசை நீக்கப்பட்டு இறுதியில் கதிர்பட்ட சுற்றுவழி வடிவத்தின் மேல் மின் முலாம்பூசும் முறை யில் சுற்றுவழியின் அச்சுத்தட்டு உருவாக்கப்படுகிறது.

பிறகு பசை நீக்கப்படுகிறது. பசை நீக்கப்பட்ட பலகை பொன் அல்லது தகர ஈயமுலாம் பூசுதல் மூலம் பொறிக்கப்பட்டு உருவாக்கப்படுகிறது. இறுதியில் பொறிப்புப் பொருளும் இணைப்புப் பொருளும் மிஞ்சும்.

துளைபொறிப்பு முறை. துளைபொறிப்பு முறையில் பாதுகாப்புப் படலம் அதாவது சுற்றுவழி வடிவத்தை உருவாக்கும் படலம், வெள்ளித் திரை அச்சடிப்பு மூலம் உருவாக்கப்படும்.இந்தப்பாதுகாப்புப்படலம் ஒரு கனிம மென்பூச்சாக (ename'l) இருக்கும். இது உலர்த்தப் பட்டதும் கதிர்பட்ட செம்புப்பக்கம் முன் கூறியது போலப் பொறிப்பு முறையில் பொறிக்கப்படும். இது ஒளிப்பொறிப்பு முறை அளவு துல்லியமானதன்று. ஆனால் பேரளவில் பயன்படும் செலவு குறைந்த முறை ஆகும்.



படம் 13. அடிப்படை மென்படல வெற்றிட வீழ்படிவு முறையின் திட்ட விளக்கப்படம்.

படல வீழ்படிவு முறை. தடைகளையும் கொண்மங்களையும் உருவாக்கப் பொருள்களை வீழ்படியச் செய்யும் செயல்முறைக்குத் துளைபொறிப்பு அச்சடிப்பு முறையும், மின்முலாம்பூசல்முறையும்பயன்படுகின்றன. கடத்தும் உறுப்புகளை உருவாக்க ஒளிநிலைமின் தொழில் நுட்ப முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன (photo - electrostatic techniques).

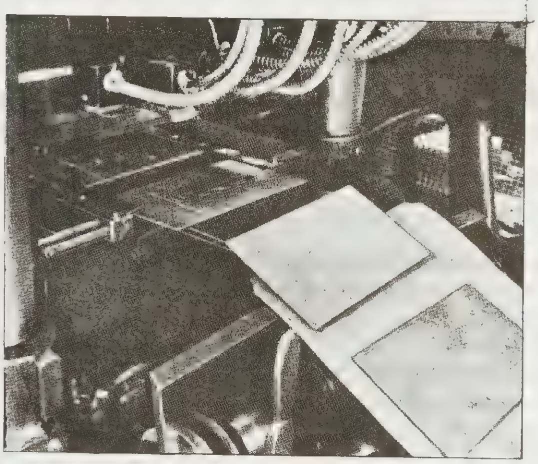
திரை அச்சிடல் முறை (Screening). வழக்கில் பயன்படும் திரை நிலைவெள்ளித்திரையில் நுண்மையாக அமைக்கப்பட்ட ஒளிப்புலன்படலத்தால் (photo sensitive film) ஆனது. இந்தத் துளைத்திரை மேற் கூறிய ஒளிப்பொறிப்புச் செயல்முறையைப் போன்றதொரு முறையில் ஒளிப்படமுறையில் உருவாக்கப்படுகிறது. இதில் அமையும் படலங்கள் வெள்ளித்திரை அச்சிடல் முறையில் உருவாக்கப்படுகின்றன.

வெற்றிட வீழ்படிவு முறை. 10^{-5} torr அளவு வெற்றிடத்தில் பொருள்களை ஆவியாக்கி அடிஅடுக்கில் படலங்களை வீழ்படியச்செய்வதை வெற்றிட வீழ்படிவு முறை என்கிறோம். இந்த அழுத்தத்தில் ஆவியாகும் மூலப்பொருள்களின் சராசரி விடுதலைப் பாதை அறையின் அளவுகளைவிடப் பெரிதாக இருப்பதால் அவை தமது மூலத்திலிருந்து அடிஅடுக்கை நோக்கி நேர் கோட்டில் பயணம் செய்கின்றன. இந்த அழுத்தத்தில் ஆவியாதல் நிகழ 100° முதல் 1800° செல்வின் வெப்பநிலை உள்ள வாயில்கள் அல்லது மூலங்கள் தேவை. இம்முறையால் அடிஅடுக்கின் பரப்பு முழுவதையும் உலோகத் திரையைப் பயன்படுத்திக் குறிப்பிட்ட வடிவங்களை வீழ்படியச் செய்யலாம்.

முலாம் பூசுதல் (Plating). முதலில் பினாலித்தாளைப் போன்ற குழைமப்பலகைகள் (Plastic laminate) மின்சாரம் கடத்தும் பொருளால் முலாம் பூசப்படுகின்றன. கண்ணாடிகளுக்கு வெள்ளிப் பூச்சிடுவது போல இந்தத் தாள்களுக்குமேல் மெல்லிய (0.0001 அங்குல) வெள்ளிப்பூச்சை வீழ்படியச் செய்யலாம். பிறகு இந்த வெள்ளிப் படலத்தின் மீது ஒரு கனிமப் பூச்சை முலாம் தடுப்பாகப்பூசலாம்.இதைத் துளைப்புச் செயல்முறை மூலம் செய்யலாம். இதன் திறந்த பரப்பு சுற்றுவழியின் வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளது. உலோகங்களை அழகுபடுத்துவதைப் போல மின் முலாம் நிகழ்வு செய்யப்படுகிறது. தக்க அளவு கனம் செம்பு வீழ்படிந்ததும் ஒரு கரைப்பானால் முலாம் தடுப்பு நீக்கப்படும். இப்போது குழைமத் தகட்டில் வெள்ளிப்படலத்தைவிடக் கனமான செம்பு முலாம் பூச்சில் சுற்றுவழியின் வடிவம் அமைந்திருக்கும். ஆனால் இந்த முறையில் உருவாக்கப்படும் கடத்தி வடிவத்திற்கும் அடிமுனைப் பொருளுக்கும் இடையினுள்ள விளைவு மிகவும் வலிவற்றதாக இருக்கும். மின்துகளியலின் சுற்றுவழிகள் உயர் ஈரப்பதத்திற்கும் தொடர்ந்த மின்அழுத்தத்திற்கும் ஆட்படவேண்டி இருந்தால் வெள்ளிக்குப்பதிலாகச் செம்பு மூலம்வேதியல் குறைப்பு முறையைச் செய்து முலாம்பூசும் மின்முனையை உருவாக்கலாம். பிற செயல்முறைகள் மேல் குறிப்பிட்டது போலவே தொடர்ந்து செய்யப்படும். ஓர் அடுக்கிலிருந்து மற்றோர் அடுக்கை இணைக்க வேண்டிய நிலைமை உள்ள இரட்டை அடுக்கு அச்சிட்ட கம்பிப் பலகைகளில், பலகை ஊடான துளைகளை உருவாக்க இந்த அணுகுமுறை பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

விரவல் முறை (Diffusion). இருமுனையம், திரிதடையம், தடை உறுப்புகள் ஆகியவற்றைப் போரான், பாஸ்பரம் ஆகிய பொருள்களைத் தனி நிலை சிலிக்கான் படிகங்களில் விரவச் செய்து உருவாக்கலாம். இந்த விரவல் நிகழ்வு 1200 வெப்பநிலையில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வின்போது தனிமங்களின் அணுக்கள் திறந்த சிலிக்கான் பரப்பில் படிகின்றன. விரவலால் உருவாக்கப்பட வேண்டிய வடிவம் திரைமூலம் செயல்படுத்தப்படுகிறது. முதலில் படலத்துண்டின் மேல் 0.5×10^{-9} மி.மீ. கன்றுள்ள சிலிகான்-டை-ஆக்சைடு மென்படலம் படியச் செய்யப்படுகிறது. இந்த ஆக்சைடு ஒளிப்புலன் பசையால் பூசப்படுகிறது. பிறகு

சுற்றுவழியின் வடிவம் இந்தப் பசையின் மேல் ஓர் ஒளிப் பட நேர்நகலைப் பயன்படுத்திப் பதிக்கப்படுகிறது. பிறகு இது ஒளிப்பொறிப்பு முறையால் கழுவப்படும். ஆக்ஸைடு அடுக்கு பொறிக்கப்பட்டதும் ஆக்ஸைடின் பாதுகாப்புப் பூச்சு மிஞ்சும். இது விரவல் தேவையில்லாத சிலிகான் படலத்தின் மேல்பரப்பில் அமைந்திருக்கும். விரவல் நிகழ்வின் போது படலத் துண்டுகளின் மேல் புதிய சிலிகான்-டை-ஆக்ஸைடு அடுக்கு படியச் செய்யப்படும். படலத்துண்டுகள் மீண்டும் நிகழ இருக்கும் மாசுகளையும், வடிவங்களையும் உருவாக்க விரவல் சுழற்சிகளுக்குத் திரும்பத்திரும்ப ஆட்படுத்தப்படும்.



படம் 14. அச்சு, வார்ப்புச் செயல்முறை.

அச்சு , வார்ப்புச் செயல்முறைகள் (Mould & Die Processes). அச்சு, வார்ப்பு முறைகளில் மிகவும் பெரு வழக்கில் உள்ளவை எழுத்துப்பொறிப்பு முறையும் உருவப்பதிப்பு முறையும் ஆகும். இந்த முறைகள் இரண்டும்கடத்திகளையும் தூண்டிகளையும் உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பீனாலிக் பலகையை அடித் தட்டாகக் கொண்ட அடிமனையில் எழுத்துக்களைப் பதிக்கச் செம்பு மென்படலங்கள் பயன்படுகின்றன. குழைமத்தகட்டின்மேல் தூள்நிலை வெள்ளியில் உருவப் பதிப்பு செய்யப்படுகிறது. இந்தச் செயல்முறைகளின் விலை அதிகமாகையால் இவை பரவலாக நடைமுறையில் பயன்படத் தொடங்கவில்லை.

நூலோதி

1. **Mcgraw-Hill** *Encyclopaedia of Science and Technology*, Fourth Edition, Mcgraw-Hill Book Company, New York, 1977.

2. **T, D. Schlabach and D. K. Rider**, *Printed and Integrated Circuitry: Its Matetials* and Processes, Mcgraw-Hill Book Co. New York, 1963.

அச்சிடும் கருவிகளும் சாதனங்களும்

எழுத்தை அடுக்கிப் பக்கங்களாக்க அச்சிட உதவும் கருவிகள் பின்வருமாறு:

1. எழுத்துக் கோக்க உதவும் கருவிகள்;

(அ) அச்சுக் கோக்கும் சட்டம். இது மூன்று பக்கங் களுள்ள மர அல்லது உலோகத் தட்டு எழுத் துக்களை ஒவ்வொன்றாக எடுத்து வரிகளாக அடுக்க உதவுகிறது,

(ஆ) அடுக்கும் வரித்தகடு. இது தேவையான அளவுக்கு வெட்டப்படும் பித்தளைத் தகடு கோக்கும் சட்டத்தில் வைத்து எழுத்துக்கள் தடுக்கப் படாமல் கோப்பதற்கு வழி செய்கிறது.

(இ) அச்சு முறம். இது மூன்று பக்கத்தட்டு அடுக் கப்பட்டு வரிகளை நூலால் கட்டி எண்பிப்பு எடுக்கவும் பிழைகள் திருத்தவும் தற்காலிகமாக வைக்கப்படும் சாதனம்.

(ஈ) கட்டு கயிறு இது வரிகளைக் கட்டி எண்பிப்பு (proof) எடுக்கப் பாதுகாப்பாக வைக்கப் பயன் படும் மெழுகு தடவிய பருமனான நூல் கயிறு ஆகும்.

(உ) மை தடவும் உருளை. மாதிரிப்படி அல்லது எண்பிப்பு எடுக்க, மை தடவ உதவும் கைப் பிடியுடன் கூடிய வச்சிர அல்லது ரப்பர் உருளை.

(ஊ) மை துடைப்பான். எழுத்துக்களிலிருந்து மையை நீக்க உதவும்.

(எ) உருவி (pincers). பிழை நீக்க எழுத்துக்களை உருவப் பயன்படும் முள்ளுவாங்கி போன்ற கருவி.

(ஏ) படிவ மடிக்குங் கல் அல்லது மேசை. இது பக் கங்களைப் படிவமாக அமைக்க உதவும்.

(ஐ) முடுக்குச் சட்டம் (chassis).பக்கங்கள் இதில் பொருத்தப்பட்டு அச்சு எந்திரத்தில் அச்சடிக்க முடுக்கப்படுகிறது.

(ஒ) பக்கக்கட்டை, வால் கட்டை. சரிவான நீண்ட மரத்துண்டுகளைப் பக்கங்களின் ஓரத்தில் வைத்து அச்சுப் படிவத்தை முடுக்க உதவுகிறது.

(ஓ) ஆப்பு (quoin). இரண்டு அங்குல நீளமுள்ள இருபுறமும் சரிவான ஆப்பு போன்ற சாதனம். படிவத்தை முடுக்க உதவுகிறது.

(க) மரச்சுத்தி. ஆப்புகளை அடிக்க உதவும்.

(சு) இறுத்து குச்சி. நீண்ட மர, உலோக அல்லது குழைமத்தாலான (plastic) குச்சி. ஆப்பை மேலும் உட் செலுத்த உதவுகிறது.

(ட) சமந்தட்டி (planer). எழும்பியிருக்கும் எழுத்துக்களைச் சம பரப்பாகக் கொண்டுவர உதவும் மரக்கட்டை.

(ங) நிலைச் சட்டம் (stand). அச்சறைப் பெட்டிகளை உயரத்தில் வைக்க உதவும் சாய்வான மேசை.

(ப) அச்சறைப்பெட்டி (case). எழுத்துக்கள் வைக்கப் பல அறைகள் சொண்ட நீண்டசதுர மரப் பெட்டி.

(ந) சாய்நிலைச்சட்டம் (rake). சுமார் இருபது அச்சறைப் பெட்டிகளை வைக்க உதவும்.

(ண) சாய்மேசை. இது சாய்வான மரமேசை. எழுத்துப் பிழைகளைக் களையவும் அச்சுமுறத்திலுள்ள வரிகளைப் பக்கங்களாக்கவும் உதவும்.

இடைவெளி கட்டும் சாதனங்கள்

1) வெளி (space). வார்த்தைகளுக்கு நடுவில் இடைவெளி கட்ட உதவும் உயரம் குறைவான எழுத்துக்கள்.

2) வட்டு (quad). பத்தி முடிவில் இடைவெளி கட்ட உதவும்.

3) நீள்வட்டு (quotation). பல் வட்டுகளுக்குப் பதில் கூடுதலான இடைவெளி கட்ட உதவும் குழிவான ஈயக்கலவை சாதனம்.

4) இருக்கை. ஓரங்கள், தலைப்புகள், பெரிய இடைவெளிகளை நிரப்ப உதவும் மர அல்லது உலோக சாதனம்.

குத்தச்சு (punch). உறுதியாக்கப்பட்ட எஃகுத் துண்டு. மேல் மட்டத்தில் உயரமாக எழுந்தபடி தலைகீழாக வரையப்பட்ட எழுத்து கொண்டது.

அச்சணி (matrix). பள்ளமான பகுதியில் நேராக உள்ள எழுத்து கொண்டது. குத்தச்சின் உதவிகொண்டு தயாரிக்கப்பட்டது. அல்லது நேரிடையாக நாலிணைய வரை பொறிப்பு எந்திரத்தில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

அச்சு. எழுத்து வார்க்க உதவும் எஃகு மூசை. ஒரு பக்கத்தில் அச்சணியால் மூடப்பட்டு மற்றொரு பக்கத்தின் வழியாக உருக்கிய ஈயக்கலவை பாய்ச்சப்படுகிறது.

மூசை. எழுத்தின் நீள அகல பரிமாணத்தைக் கொடுக்கிறது. அச்சணி எழுத்தின் முகப்பைக் கொடுக்கிறது. இவை இரண்டும் எழுத்து வார்க்க இன்றியமையாதவை.

ஈயக்கட்டை (lead). வரிகளுக்கு நடுவில் இடைவெளி கட்டும் சாதனம். புள்ளி அளவில் (ஓர் அங்குலம்-72 புள்ளிகள்). ஒரு புள்ளி, $1\frac{1}{2}$, 2 & 3 பருமன்களில் தட்டச்சை விடச் சற்று உயரங்குறைவாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது.

பருங்கட்டை. பருமனான ஈயக்கட்டை. இது 4, 8, 12 புள்ளிகளில் அமைந்த பத்திகளுக்கு நடுவே இடைவெளி கட்ட உதவும்.

அடுக்கும் மேசை. பக்கங்களை நேர் கோடாக்க, ஓரங்களைச் சரிபார்க்க, அச்சிடும் பகுதிகளை மையமாக்க உதவும் மேசை.

நேர் விளிம்பு. பக்கங்கள் நேர் கோடாக உள்ளனவா என்று சரி பார்க்க உதவும்.

அச்சுமுறச் சாய்சட்டம் (galley rake). வரிகளைக் கொண்ட அச்சுமுறங்களைப் பாதுகாப்பாக வைக்க உதவும்.

அச்சுமுற நிலைச்சட்டம். வரிகளுள்ள அச்சுமுறங்களை வைக்கச் சுவரில் இது அடிக்கப்பட்டிருக்கும்.

படிவச் சாய்சட்டம். பக்கங்கள் முடுக்கப்பட்ட படிவங்களை வரிசையாக வைக்க உதவும்.

இருக்கை சாய்சட்டம். பல அளவு நீள அகல இருக்கைகளை வரிசை முறையில் வைக்க உதவும்.

நீள்வட்டுப்பெட்டி. கொட்டேஷன்களைச் சேமித்து வைக்க உதவும்.

வரித்தகடும் ஈயத்தகடும் வெட்டும் சாதனம். தேவையான அளவுக்கு வரித்தகட்டையும் ஈயத்தகட்டையும் வெட்ட உதவும்.

அச்சுவரி தறிப்பி (slug chopper). வரியச்சு எந்திரத்தில் வார்க்கப்பட்ட வரிகளைத் தேவையான நீளத்திற்கு வெட்ட உதவும்.

மைட்டரிங் சாதனம். இது வரித்தகடுகளை 90° சரியான கோணத்தில் இணைப்பதற்கு ஒவ்வொன்றையும் 45° கோணமாக வரித்தகட்டின் ஓரங்களைத் தேய்க்கப் பயன்படுகிறது.

அச்சு அளவுகோல். புள்ளி அளவு முறையில் வரிகளை அளக்க இடைவெளியைச் சரி பார்க்க உதவும் ஓரடி நீளமுள்ள அளவுகோல்.

அச்சு. நீண்ட சதுர வடிவமுள்ள 0.918 அங்குல உயரமுள்ள உலோக அல்லது மர எழுத்து.

அச்சின் பகுதிகள்

1. **முகப்பு.** இதில் மை தடவப்பட்டு அழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. இதில் அ. திண் கோடு ஆ. மென் கோடு. இ. செரிப் என்னும் குறுக்கு முடிவு கோடுகள் (செரிப் இல்லாத ஒரு வகை ஆங்கில எழுத்துகளுக்கு சேன்ஸ்செரிப் என்று பெயர். பிரெஞ்ச் மொழியி சேன்ஸ் என்றால் இல்லை என்பது பொருள்) ஆகியவை உள்ளன.

அச்சடி பள்ளம் (counter). நாற்புறமும் அச்சடிக்கும் பகுதியால் சூழப்பட்டு நடுவில் உள்ள தாழ்மையான பகுதி.

சரிவு. அச்சடிக்கும் பகுதியிலிருந்து சாய்வாகக் கீழே யுள்ள பகுதி.

தோள். அச்சின் தோள் பகுதி சரிவுக்குக் கீழே தட்டையாக உள்ளது. சரிவு, தோள் ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்து தாடி (beard) எனப்படும்.

காம்பு. அச்சிடும் பகுதிக்குக் கீழேயுள்ளது. பெல்லி அல்லது வயிறு—அச்சின் முன் பாகம். இதன் நடுவில் உள்ள ஆழமான வெட்டுக்கோடு நிக் எனப்படும்.

முதுகு (back). அச்சின் பின் பகுதி.

பக்கம் (side). இரு பக்கங்கள்.

பின்மார்க். ஒரு பக்கத்தில் அழுந்தியுள்ள பகுதி. அச்சின் அளவு அல்லது வார்ப்படத் தொழிலகத்தின் முதல் எழுத்துக்கள் பொறிக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஃபீட். டைப்பின் ஆழம் போன்ற பகுதி. இது கால்களுக்கு நடுவில் உள்ளது;க்ருவ் எனப்படும்.

நீள்விளிம்பு (kern). அச்சிடும் பகுதி வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். உதாரணம், சாய்வு எழுத்து.

வரித்தகடு (rule). நேர் கோடுகள் அச்சிட உதவும் பித்தளை அல்லது ஈயக்கலவைத் துண்டு.

அரிகை. விளம்பரங்களுக்கு நாற்புறமும் அலங்கரிக்க உதவும் பூ, இலை, புள்ளி, கோடு போன்ற அமைப்புகள் கொண்டது.

வரி வழிகாட்டு. வரிகள் விட்டுப் போகாமல் இருக்க, அச்சுக் கோப்பவர்களுக்கு உதவும்.

படிபற்றி. கையெழுத்துப் படியை அச்சுக்கோக்கும் போது வைத்துக்கொள்ள உதவும்.

படியச்செய் பலகை. படங்களைச் சீராக அச்சிடவும் படியச் செய்யவும்தயார் செய்யஉதவும்சாய்வுப் பலகை. சிறப்புவகைக் கத்தியால் வெட்டி ஒட்டப்படுகிறது.

அச்சுயர அளவி. எழுத்துக்கள் பிளாக் உயரங்களைச் சரி பார்க்க உதவும் கருவி.

படிவம் கட்டும் மேசை. அச்சிடும் எந்திரப் பகுதிக்குப் படிவத்தை (ஃபாரத்தை) அனுப்பு முன் இதன் மீது வைத்துப் பக்கங்கள் நேர்கோடாக உள்ளனவா என்றும், ஓரங்களைச் சரிபார்க்கவும், படங்களை மையப்படுத்த வண்ணங்கள் ஒன்றன் மீது ஒன்று சரியாக உட்காருகின்றனவா எனவும் பார்க்க உதவும் மேசை.

அச்சு மை கத்தி. அச்சிட உதவும் மையை டின்னிலிருந்து எடுத்து எந்திரத்தில் தடவவும் பல வண்ண மை கூட்டவும் உதவும்.

அச்சு மை கூட்டும் மேசை. பல வண்ண மைகளைத் தேவையான வண்ணத்துக்குக் கலக்க உதவும்.

வெட்டல், மடித்தல் தகடு. வெட்டவும் எளிதில் மடிக்க அழுத்தம் கொடுக்கவும் உதவும் எஃகுத் தகடு.

துளைவரித்தகடு (perforating rule). காகிதம் கிழிக்கவும் ஓட்டைகள் போடவும் உதவும் பித்தளைத் தகடு.

எண்ணிடும் எந்திரம். அச்சிடும் போதே வரிசையாகப் பக்கங்களில் இலக்கங்கள் போட உதவும் எந்திரம்,

உருளை சாய்சட்டம் (roller rake). மை உருளைகளைப் பாதுகாப்பாக வைக்கும் சாதனம். மெக்கானிக்கல் காய்ன் (quoin) உலோகத்தினால் தயாரிக்கப்பட்ட சாவியினால் இயங்கும் ஃபாரம் முடுக்கும் சாதனம். மரக் காய்ன்களுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுகிறது.

குழைம இருக்கை. குழைமந்தால் (plastic) தயாரிக்கப்பட்ட இடைவெளி கட்டும் சாதனம்.

நைலான் அச்செழுத்து. உலோக எழுத்துக்களுக்குப் பதிலாகக் குறிப்பாகப் பெரிய அளவில் குழைமப் பொருள்களால் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது எடை குறைவானது.

மர எழுத்துக்கள். சுவரொட்டிகள், நாள்காட்டிகள், பெரிய அளவு தலைப்புகள் இவைகளுக்கு உலோக எழுத்துக்கள் கனமாகவும் விலை கூடுதலாகவும் இருப்பதால், மரத்தில் எழுத்துக்கள் செதுக்கப்படுகின்றன. அரை அங்குலம் முதல் நான்கு அங்குலம் வரை மர எழுத்துக்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மர அடிப்பாகமும் உலோக முகப்பும் கொண்ட எழுத்துக்கள் கிடைக்கின்றன.

கே.டி. சா.

அச்சில் தீவு

மலைப்பாங்கான அச்சில் தீவு (Achill Island) அயர்லாந்து நாட்டின் மேற்குக் கடற்கரையோரம் 54°00" வடக்கு, 10° 00" மேற்கில் அமைந்துள்ளது. இத்தீவு அயர்லாந்தின் நிலப்பரப்பிலிருந்து அச்சில் ஆழ்கடலினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் பரப்பு 145 ச.கி.மீ. சிலீன் குரோக்கான், சிலீவ் மோர் என்ற இரு உயரமான மலைமுகடுகள் இத்தீவிலுள்ள பகுதிகளாகும்; இவை முறையே 668 மீட்டர், 672 மீட்டர் உயரமுடையவை. அதிக அளவு சதுப்பு நிலப் பரப்பையும் அழகிய கடல் ஓரப் பகுதிகளையும் இத்தீவு கொண்டுள்ளது. மீன்பிடித்தலும் விவசாயமும் இத்தீவின் முக்கிய தொழில்களாகும். சுற்றுலாத் துறையின் மூலமும், கோடை காலத்தில் இங்கிருந்து இங்கிலாந்து, ஸ்காட்லாந்து நாடுகளுக்குச் சென்று உழைக்கும் விவசாயிகள் மூலமும் இத்தீவிற்கு ஓரளவு வருவாய் கிடைக்கிறது.

அச்சு

இச்சொல் பொறியியலில் இருசையும், அச்சிடப்பயன்படும் எழுத்துகளையும், கணிதத்தில்ஒரு பொருள் எந்தக் கோட்டைச் சுற்றிச் சுழல்கிறதோ அந்தக் கோட்டையும்

உடற்கூற்றியலில் உடம்பின் நீண்ட நடுக்கோட்டையும், இரண்டாவது கழுந்து முள்ளெலும்பையும், பயிரியலில் தண்டும் வேரும் சேர்ந்த பயிர் உடலின் நடுக்கோட்டையும், துகில் பொறியியலில் நெய்வதற்குப் பயன்படும் விழுதுக் கம்பிகள் கோத்த சட்டத்தையும் குறிக்கும். புவியியலில் புவியின் வட துருவத்தையும் தென் துருவத்தையும் இணைக்கும் ஒரு கற்பிதக் கோட்டிற்கும் அச்சு என்று பெயர். இந்தப் புவியின் அச்சு, வட்டணை (Orbit) அமையும் தளத்திற்கு 66° 30′ சாய்ந்திருக்கிறது. வட்டணைத் தளச் (Orbital plane) செங்குத்து 23° 30′ சாய்ந்துள்ளது.

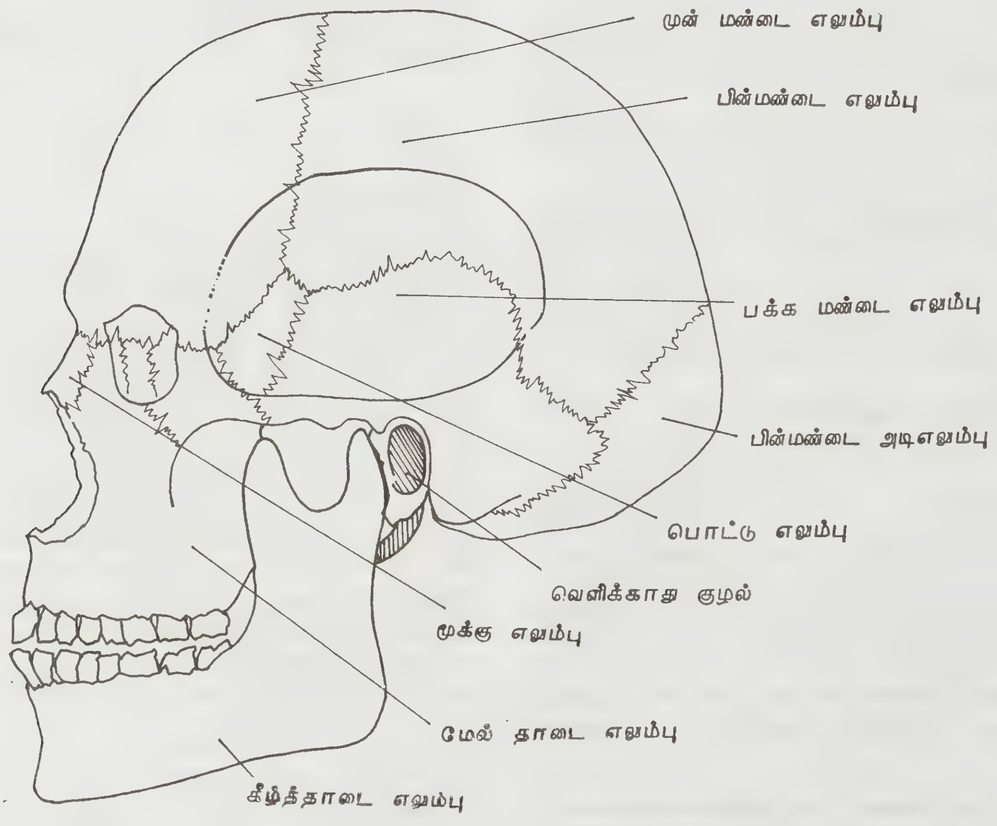
அச்சு உலோகம்

அச்சு உலோகம். பார்க்க, உலோகக் கலவைகள்.

அச்சு எலும்புக் கூடு

அச்சு எலும்புக்கூடு (Axial skeleton) என்பது தலையிலும், உடற்பகுதியிலும் உள்ள எலும்புகளின் தொகுப்பு; அவை கபாலம் (Skull), முதுகெலும்புத்**தூண்** (Vertebral Column), மார்பு எலும்பு (Sternum), விலா எலும்புகள் (Ribs) ஆகியன.

கபாலம், மண்டை (Cranium), முதுகெலும்புக்கூடு (Facial skeleton) என இரு பகுதியாக உள்ளது. மண்டையானது முன் மண்டை எலும்பு (Frontal Bone), பின் மண்டை எலும்பு (Occipital Bone), பக்க மண்டை எலும்பு-2 (Parietal Bone-2), பொட்டு எலும்பு-2 (Temporal Bone-2), முன் மண்டை அடி எலும்பு (Ethmoid -Bone) அல்லது சல்லடை எலும்பு, பின் மண்டை அடி எலும்பு (Sphenoid Bone) என எட்டு எலும்புகளால் ஆனது. மண்டையின் அடிப்பகுதியில் பல துளைகள் உள்ளன. அவற்றின் வழியாக நரம்புகளும், இரத்தக் குழாய்களும் செல்கின்றன. பின் மண்டை எலும்பில் ஒரு கபாலப் பெருந்துளை (Foramen Magnum) உள்ளது; அதன் வழியாகப் பின் மூளைத் தண்டு (Medulla) இறங்கித் தண்டுவடத்துடன் (Spinal Cord) சேர்கிறது. சில சமயங்களில் மண்டையில் அதிக அழுத்தம் ஏற்படுமானால் மூளை கீழே இறங்கிக் கபாலப் பெருந்துளையில் நசுக்கப்படலாம். அதனால் உயிர் துறக்க வாய்ப்

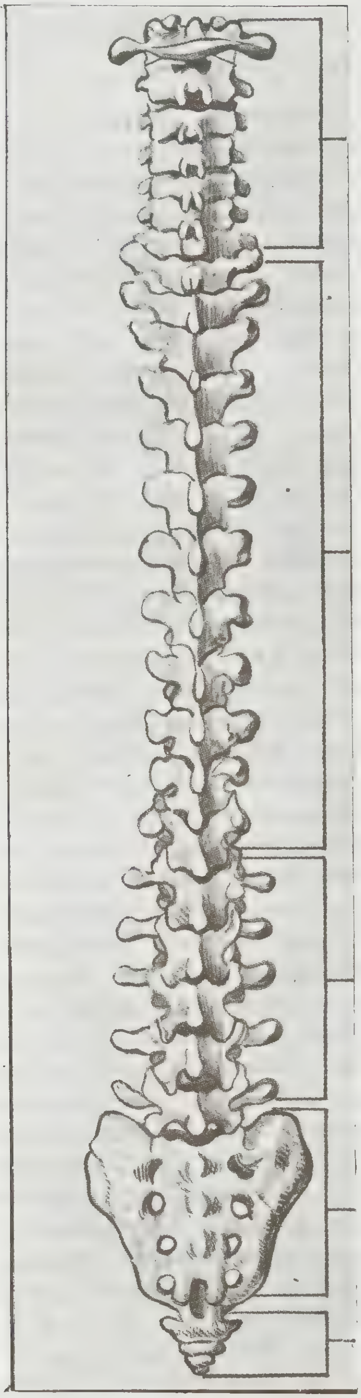


படம் 1. மண்டை எலும்பு, முக எலும்பின் பக்கத் தோற்றம்.

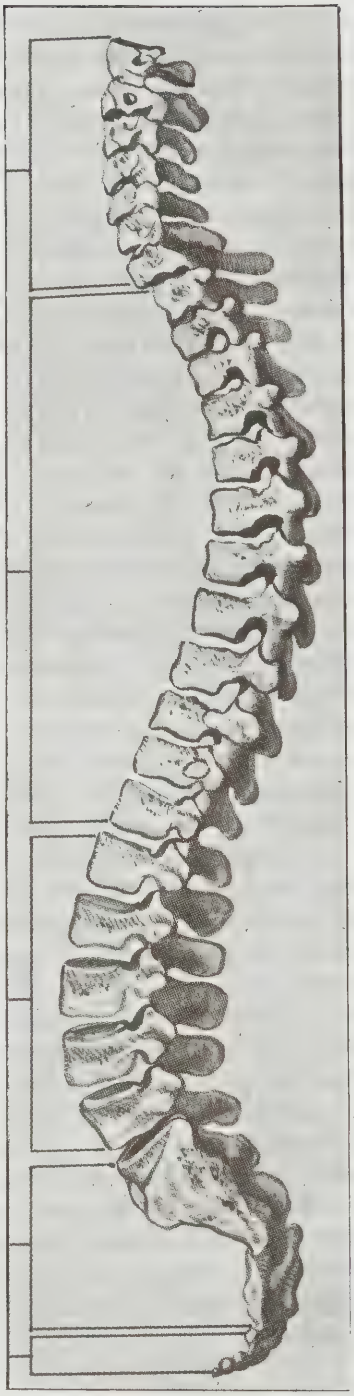
புண்டு. கபாலப் பெருந்துளையின் அடிப்பாகத்தில் இரண்டு பக்கங்களிலும் அரைக்கோள எலும்புப்பகுதிகள் (Occipital Condyles) உள்ளன; அவை முதல் கழுத்து முதுகெலும்புடன் (Atlas) மூட்டுப் பொருத்தம் (Articulation) கொண்டுள்ளன. பொட்டு எலும்புகள் (Temporal Bones) மண்டையின் கீழ்ப் பக்கங்களில் உள்ளன. இவற்றினுள் நடுக்காதும் உட்காதும் வெளிக்காதின் ஒரு பகுதியும் உள்ளன. முன் அடி மண்டை அடி எலும்பு (Ethmold Bone) ஓர் இலேசான கடல் நுரை போன்ற எலும்பு; அது பெட்டி போன்ற வடிவத்தைப் பெற்று மூக்கின் கூரைப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. அது மிக எளிதில் முறிவு பெறக்கூடிய எலும்பு. பின் மண்டை அடி எலும்பு (Sphenoid Bone) இறக்கைகள் விரிக்கப் பெற்ற வௌவாலைப் போன்ற வடிவம் உடையது; அதற்கு ஓர் உடலும், இரு பெரிய இறக்கைகளும், இரு சிறிய இறக்கைகளும் உள்ளன; அதன் உடலில் ஒரு குழி உள்ளது; அதில் பிட்யூட்டரி என்னும் தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பி உள்ளது. கபாலத்தின் எலும்புகள் தையல் மூட்டு (Suture) என்ற அசைவற்ற மூட்டுக்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் கீழ்த்தாடை எலும்பு (Mandible) மட்டும் பொட்டு எலும்புடன் பொட்டு - கீழ்த்தாடை மூட்டால் Temporo-Mandibular Joint) இணைக்கப்பட்டு அசையும் எலும்பாக உள்ளது. பிறப்பின் போது கபாலத்தின் மண்டை எலும்புகட்கு இடையில் இடைவெளிகள் காணப்படும். இந்தக் கபாலச் சுவர் இடைவெளிகள் (Fontanellae) ஒரு மெல்லிய தோலால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இவை பொதுவாக இரண்டாம் வருடத்தில் எலும்புகள் வளர்வதால் மறைந்துவிடும். இவை குழந்தை பிறக்கும்பொழுது தலையைச் சுருக்க உதவுகின்றன. கபாலச் சுவர் இடைவெளி குழந்தையின் உடல்நிலையை மருத்துவர் கணிப்பதற்கும் உதவும். முக எலும்புக்கூடு 14 முக எலும்புகளால் ஆனது. கீழ்த்தாடை எலும்பு மட்டும் இதில் அசையும் எலும்பாக உள்ளது. மூக்கின் மேற்பகுதி இரண்டு மூக்கு எலும்புகளால் (Nasal Bones) ஆனது. இரண்டு வாய்க் கூரை எலும்புகள் (Palatine Bone) வாயின் கூரை ஆகவும் மூக்கு அறையின் தளமாகவும் உள்ளன. கண்ணீர்க் குழல் எலும்புகள் (Lacrimal Bones) இரண்டும் கண்ணீர்க் குழல்களாக அமைந்துள்ளன. இரு கன்ன எலும்புகள் (Zygomatic Bones) பொட்டு எலும்புகளுடன் இணைந்துள்ளன.

மூக்கறை நடுச்சுவர் எலும்பு (Vomer) இரு மூக்கறைகளின் நடுச்சுவரின் கீழ்ப்பாகத்தில் உள்ளது. இரு மேல்தாடை எலும்புகள் இணைந்து மேல் தாடையை உருவாக்குகின்றன. இவற்றில் மேல் தாடைப் பற்கள் உள்ளன. கீழ்த்தாடை எலும்பில் கீழ்த் தாடைப் பற்கள் உள்ளன. முதுகெலும்புத்தூண், 33 முள்ளெலும்புகளாலும் முதுகெலும்பிடைத் தட்டுகளாலும் (Inter Vertebral Discs) ஆன தூண் போன்றது. இதன் நீளம் 60—70 செ.மீ. இதில் 24 முதுகெலும்புகள் தனித்தனியாகவும் 9 முதுகெலும்புகள் இணைந்து இரு எலும்புகளாகவும் உள்ளன.

இவை கழுத்து முள்ளெலும்புகள்—7 (Cervical Vertebrae), மார்பு முள்ளெலும்புகள்—12 (Thoracic Vertebrae), மேல் இடுப்பு முள்ளெலும்புகள்—5 (Lumbar Vertebrae), இருக்கை எலும்பு—5 (Sacrum) இவை இணைந்துள்ளன. வால் எலும்பு—4 (Coccyx) முதுகெலும்புத்தூணில் வளைவுகள் இருக்கும். இது முந்திய வளைவு (Primary Curve), பிந்திய வளைவு (Secondary Curve) என இருவகைப்படும். (1) மார்பு வளைவு (Thoracic Curve), மேல் இடுப்பு வளைவு (Lumbar Curve) எனும் பிந்திய வளைவுகள் பிறப்பிற்குப் பின் தோன்றுகின்றன. முதுகெலும்புத் தூணின் நீளம் முதுகெலும்பிடைத் தட்டுகளினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. முதுகெலும்பிடைத் தட்டுகள் முதுகெலும்புத் தூணின் நீளத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கு அல்லது நான்கில் ஒரு பங்கு நீளத்திற்குக் காரணமாகின்றன. இவையே முதுகெலும்புத் தூணின் வடிவமைப்பையும் நிர்ணயிக்கின்றன. 60 வயதிற்குப் பின்னர் முதுகெலும்புத் தட்டுகள் அழியத் தொடங்குகின்றன. அதனால் கூன் உண்டாகிறது. முதுகெலும்பு இடைத் தட்டு வட்ட நார்த்திசுச் சுருள் (Annulus Fibrosus), கருக்குழம்புத் திரள் (Nucleus Pulposus) என்ற இரு பகுதிகளை உடையது. வயதான காலத்தில் இவை சிதைந்து பிதுங்குவதால் தண்டு வடத்தையோ தண்டு வட நரம் பினையோ நசுக்கலாம். அதனால் உணர்வற்ற நிலை, செயலற்ற நிலை போன்றவைகள் உடலின் சில பாகங்களில் தோன்றலாம். 'கைமோ பெப்பைன்', 'கொலாஜினேஸ்' போன்ற நொதிப் பொருள்களைக் கருக் குழம்புத் திரளினுள் செலுத்தி இக்குறைபாடுகளை நீக்குவார்கள். முதுகெலும்புத் தூண் உடலின் எடையைத் தாங்குகிறது. அதை மற்றப் பாகங்கட்குச் செலுத்துகிறது. தண்டு வடத்தைப் பாதுகாக்கிறது. உடலின் இயக்கத்திற்கும் காரணமாகிறது. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட முதுகெலும்புகள் நொதியினால் அழிந்து விடுமானால் (எடுத்துக்காட்டு; காசநோய்-Tuberculosis) அவை தாங்குகின்ற எடையினால் அழுத்தப்பட்டு அவற்றின் உட்பகுதிகள் பிதுக்கப்படுகின்றன. அதனால் சீழ்க்கட்டி (Abscess) உண்டாகின்றது. இதனால் நொதியினால் பாதிக்கப்பட்ட முதுகெலும்புகளின் கூன்பகுதி (Spinous process of vertebra) உடலின் பின்புறத்தில் துருத்திக் கொண்டு தெரிகின்றது. இந்நிலை விபத்தாலும் உண்டாகலாம். மேலே கண்ட அழிவினை முதுகெலும்புத் தூணின் முன்புற நார்த்திசு நீள நாணின் (Anterior longitudinal ligament of the spine) உதவி கொண்டு குணப்படுத்தலாம். முன்புற நாத்திசு நீள் நாண் முதுகெலும்புகளின் உட்பகுதிகளைச் சக்தி வாய்ந்த இணைப்பாகச் செய்கின்றது. பாதிக்கப்பட்ட நோயாளியைக் குப்புறப் படுத்த நிலையிலேயே (Prone Position) ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றொர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். ஏனெனில் இந்த நிலையில் முதுகெலும்புத்



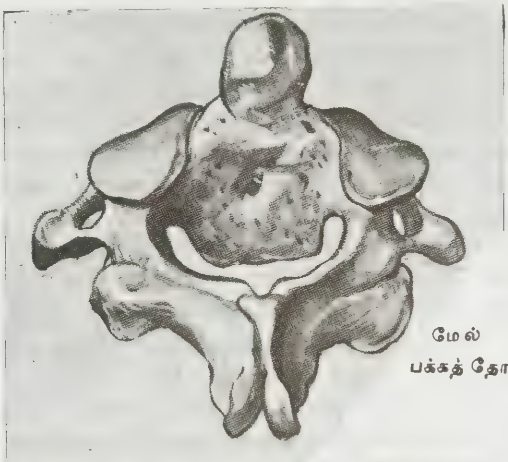
படம் 2. முதுகெலும்பு-பின் பக்கத் தோற்றம்.



படம் 3. முதுகெலும்பின் பக்கத் தோற்றம்.

தூண் நிமிர்ந்த நிலையைப் பெறுகிறது (Extended Position). பின்னர் முதுகெலும்புத்தூண் மிக நிமிர்ந்த நிலையில் உடலின் மீது மாவுக்கட்டு போடப்படுகிறது. இதனால் சிதைந்த முதுகெலும்பு மறுபடியும் தன்னுடைய பழைய நிலையை அடைகிறது. இதற்கு முதுகெலும்பிடைத் தட்டுகளும் கூட உதவி புரிகின்றன. அடுத்தடுத்த முதுகெலும்புகளின் உடற் பகுதிகளின் இடையில் முதுகெலும்பின் தட்டுகள் மூட்டுப் பொருத்தங்களை உண்டாக்குகின்றன. அடுத்தடுத்த முதுகெலும்புகளின் மூட்டுப் பகுதிகளின் (Articular Process) இடையேயும் மூட்டுப் பொருத்தங்கள் உள்ளன. இவை பொதுவாக நேர் மேல் கீழாக (Vertically) அமைந்துள்ளன. ஆனால், கழுத்துப் பகுதியில் பொதுவாக இவை குறுக்காக (Transverse)

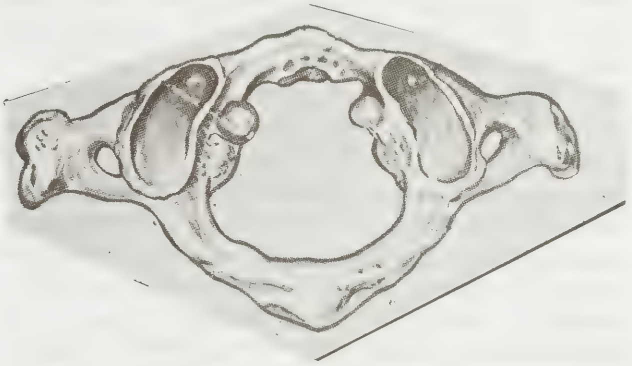
அமைந்துள்ளன. எனவே, கழுத்துப் பகுதியில் தான் முதுகெலும்பு முறியாமல் நழுவி விடும் வாய்ப்பு உள்ளது. மற்றப் பகுதிகளில் முதுகெலும்புகள் முறிவு பெற்றால்தான் நழுவி விடும் வாய்ப்பு உள்ளது. இந் நிலையும் மூட்டுப் பகுதிகள் முறிவு பெற்றால்தான் நிகழும். இரு அடுத்தடுத்த முதுகெலும்புகளின் இடையில் முதுகெலும்பிடைத் துளைகள் (Intervertebral Foramina) உள்ளன. இவை பொதுவாக நரம்புகளின்



மேல் பக்கத் தோற்றம்.

படம் 4. மார்பு முள்ளெலும்புகள்

குறுக்களவிற்குத் தகுந்தவாறு உள்ளன. ஆனால் மேல் இடுப்பின் (Lumbar Region) கீழ்ப் பகுதியில் இத் துளைகள் சிறியனவாக உள்ளன. ஆனால் அதன் வழியாக வெளிவரும் தண்டு வட நரம்புகள் (Spinal Nerves) துளைகளை நன்கு அடைத்துக்கொண்டுள்ளன. மேல் இடுப்பு நரம்புகள் (Lumbar Nerves) 1 முதல் 5 வரை அடுத்தடுத்துக் குறுக்களவு அதிகம் உடையவையாக உள்ளன. ஆனால் மேல் இடுப்பு முதுகெலும் பிடைத் துளைகள் (Lumbar Intervertebral Foramina) மேலிருந்து கீழாக அடுத்தடுத்துச் சிறிய அளவில் உள்ளன. இதனால் மேல் இடுப்பின் இறுதி நரம்பு (5ஆவது) மேல் இடுப்பு இறுதி முதுகெலும்பிடைத் துளை (5ஆவது) யின் வழியாக வெளி வருவதில் சிரமம் உண்டாகிறது. இத்தகைய நிலையில் அந்த நரம்பு (Nerve Sheath) வீங்கினாலோ மேல் இடுப்பு இறுதி முதுகெலும்பிடைத் துளை ஏதாவது காரணத்தினால் குறுகிவிட்டாலோ வெளிவரும் நரம்பு நசுக்கப்படுகிறது. அதனால் இடுப்பு வலி ஏற்படுகிறது.



படம் 5. இரண்டாவது முதுகெலும்பின் பகுதி

கழுத்துப் பகுதியில் முதுகெலும்பின் பக்கப் பகுதிகள் குறுகியனவாக உள்ளன. மார்புப் பகுதியில் பக்கப் பகுதிகள் கழுத்துக்குப் பின்னால் தாங்கிகளாக உள்ளன. மேல் இடுப்புப் பகுதியில் இவை நீளமாகவும் சக்தி வாய்ந்த பெரிய தசைகள் இணைந்தும் காணப் படுகின்றன. அவை மேல் இடுப்பு நீள் சதுரத் தசை (Quadratus Lumborum), மேல் இடுப்புப் பெருந்தசை (Psoas Major). சில சமயங்களில் இப்பக்கப் பகுதிகள், இணைந்துள்ள சக்தி வாய்ந்த தசைகளின் இழுப்பு விசையினால் முறிக்கப்பட்டு இழுக்கப்படலாம். இதன் காரணமாக நிலைத்த வலியும், முதுகின் இயலாமைத் தன்மையும் உண்டாகலாம். துணை முதுகெலும்புகள் (Accessory vertebrae) முதுகெலும்புத் தூணின் எந்தப் பகுதியிலும் இருக்கலாம். இவை கடுமையான குறைபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கலாம். சில சமயங்களில் முதுகெலும்பின் வலது அல்லது இடப்பாக உடலில் மட்டும் இருக்கலாம். இவைதான் மிகக் கடுமையான குறைபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அதனால் முதுகு எலும்புத் தூண் பக்கவாட்டில் வளைந்துவிடுவதுண்டு. இதை முதுகெலும்புத் தூணின் பக்க வளைவு (Scoliosis) என்கிறோம். இத் தகைய குறைபாடுகளை நீக்க வழி இல்லை. முது

கெலும்பு வில்கள் (Neural Arches) முழுமையற்று இருக்கலாம். அதனால் முதுகெலும்புப் பிளவு (Spina Bifida) ஏற்படலாம். இதனால் தண்டு வடத்தின் ஒரு பகுதி முதுகெலும்புகளினால் பாதுகாக்கப்படாத நிலை ஏற்படுகிறது.

இருக்கை இணைப்பு: 5 ஆவது மேல் இடுப்பு முதுகெலும்பு சில சமயங்களில் முழுமையாகவோ அதன் பகுதிகளாலோ இடை இடுப்பெலும்புடன் (Sacrum) இணைந்திருக்கலாம். அதை இருக்கை இணைப்பு என்கிறோம். இந்நிலை எந்தவிதப் புறக் குறிகளையும் தோற்றுவிப்பதில்லை. 5ஆவது மேல் இடுப்பு முதுகெலும்பின் பக்கப் பகுதி இடை இடுப்பெலும்பின் இறக்கைப் பகுதி (Ala of Sacrum) யுடன் மூட்டுப் பொருத்தமாக இணையலாம். இதை இருக்கை இணைப்புப் பக்கப்பகுதி மூட்டு (Transverse Lumbo-sacral Joint) என்கிறோம். இந்நிலையும் புறக் குறியினைத் தோற்றுவிக்காமல் இருக்கலாம். சில சமயங்களில் இந்நிலை நடு முதுகு வலியினை உண்டாக்குகிறது. இந்த வலி இரு எலும்புகளின் இடையே ஏற்படும் உராய்வினாலும் உண்டாகலாம். அல்லது 5—வது மேல் இடுப்பு நரம்பு தூண்டப்படுவதாலும் உண்டாகலாம். 5ஆவது மேல் இடுப்பு முதுகெலும்பின் பக்கப் பகுதி மேல் நோக்கியும் வெளிப்புறம் நோக்கியும் அமைந்துள்ளது. இது இடுப்பெலும்பின் (Hip-Bone) மேல் விளிம்புடன் மூட்டுப் பொருத்தம் கொள்ளலாம். அல்லது முதுகு—இடுப்பு நார்த்திசு நாண் (Ilio-Lumbar Ligament) எலும்பாக மாற்றம் பெறுவதால் அதனுடன் இணைந்து விடலாம். இவற்றினாலும் முதுகு வலி உண்டாகலாம். முதுகெலும்புத் தூணின் இயக்கம் மடக்கல் இயக்கம் (Flexion), நீட்டல் இயக்கம் (Extension), பக்க வளைவு இயக்கம் (Side Bending), சுழல் இயக்கம் (Rotation) என நான்கு வகைப்படும். முன் வளைவு-பின் வளைவு இயக்கங்கள் முதுகெலும்புத் தூணின் கழுத்து, மேல் இடுப்பு, மார்புப் பகுதிகளில் நிகழ்கின்றன. பக்க வளைவு இயக்கம், சுழல் இயக்கம் ஆகியவை இணைந்தே நிகழ்கின்றன. தண்டுவடத்தின் நிலைக்குறியீடு (Spinal Localisation), கருவில் தண்டுவடம் முதுகெலும்புக் குழல் (Vertebral Canal) முழுவதும் நீண்டிருக்கிறது. முதுகெலும்புத் தூண் தண்டுவடத்தை விட விரைவாக வளர்வதால் இவற்றின் நீளங்கள் வேறுபட ஆரம்பிக்கின்றன. சாரசரி மனித உடலில் தண்டுவடம் இரண்டாவது மேல் இடுப்பு முதுகெலும்பு வரை நீண்டுள்ளது. எனவே தண்டுவடத்தின் பிரிவுகள் (Spinal Segments) எந்தெந்த முதுகெலும்பின் முன்பகுதி அளவில் உள்ளன என்பதை நிலைப்படுத்திக் குறியிடுதல் அவசியமாகிறது. கழுத்துப் பகுதியில் தண்டுவடப் பிரிவுக்கும், முதுகெலும்பின் எண்ணிக்கைக்கும், இடையே எண் வேறுபாடு காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: 5ஆவது கழுத்து முதுகெலும்பின் முன் பகுதி கழுத்துத் தண்டுவடத்தில் 6ஆவது பிரிவின் அளவில் அமைந்திருக்கும். மேல் மார்புப் பகுதியில் தண்டுவடப் பிரிவின் எண்ணிக்கைக்கும் இரண்டு எண்வேறுபாடு காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு : 3ஆவது மார்பு முதுகெலும்பின் முன் பகுதி, 5ஆவது மார்பு தண்டுவடப் பிரிவின் அளவில் அமைந்து இருக்கும். கீழ் மார்புப் பகுதியில் தண்டுவடப் பிரிவின் எண்ணிக்கைக்கும் முதுகெலும்பின் எண்ணிக்கைக்கும் மூன்று எண் வேறுபாடு காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு : 7ஆவது மார்பு முதுகெலும்பின் முன்பகுதி 10ஆவது மார்பு தண்டுவடப் பிரிவின் அளவில் அமைந்திருக்கும். இந்த முறையினால் எந்த முதுகெலும்பு பாதிக்கப்பட்டால் எந்தத்தண்டுவடப் பிரிவு பாதிக்கப்படும் என்பதை அறிய முடிகிறது. அழுகல் நோயில் மிக அதிகமாகத் துருத்திக் கொண்டிருக்கும் முதுகெலும்பின் முன்பகுதி அந்த நோயின் மையத்தைக் குறிக்கும் அளவில் அமைந்துள்ளது. முதுகெலும்பின் நசுக்கல் முறிவில் (Fracture Compression) அவ்வாறு நசுக்கப்பட்ட முதுகெலும்பிற்கு மேல் உள்ள முதுகெலும்பின் முள் பகுதியே பெரும்பாலும் அதிகமாகத் துருத்திக் கொண்டிருக்கும். முதுகெலும்பின் நழுவல் முறிவில் அவ்வாறு நழுவிய முதுகெலும்பிற்குக் கீழ் உள்ள முதுகெலும்பின் முன்பகுதியே பெரும்பாலும் அதிகமாகத் துருத்திக் கொண்டிருக்கும்.

மார்புக்கூடு எலும்புகளினாலும், குருத்தெலும்புகளினாலும் ஆனது. இது ஒரு தட்டையான கூம்பு போன்ற வடிவமைப்பை உடையது. கீழ்ப் பகுதி அகன்றும் மேல் பகுதி குறுகியும் உள்ளது. மார்பு எலும்பு முன் புறத்திலும், பன்னிரண்டு மார்பு முதுகெலும்புகள் பின்புறத்திலும், பன்னிரண்டு இணை விலா எலும்புகள் பக்கவாட்டிலும் கொண்ட அமைப்பே மார்புக் கூடு. மார்பு எலும்பு என்பது ஒரு தட்டையான சிறிய கத்தி வடிவமுடைய எலும்பாகும். முதல் ஏழு இணை விலா எலும்புகள் அவற்றின் குருத்தெலும்புகளின் உதவியினால் மார்பு எலும்புடன் மூடப்பட்டுள்ளன. இவை உண்மையான விலா எலும்புடன் மூடப்படவில்லை. ஆனால் அவை அடுத்தடுத்து மேலுள்ள விலா எலும்புகளின் குருத்தெலும்புடன் இணைந்துள்ளன. கீழ் உள்ள 11 & 12ஆம் இணை விலா எலும்புகள் முன்புறத்தில் எந்த எலும்புடனும் இணைக்கப் பெறவில்லை. எனவே இவற்றை மிதக்கும் விலா எலும்புகள் என்கிறோம். விலா எலும்புகள் பொதுவாகப் பின்புறத்திலிருந்து முன்புறமாக, மேல் கீழாகச் சாய்ந்து அமைந்துள்ளன. விலா எலும்புகளின் இடையே உள்ள இடைவெளிகளில் வெளி விலா இடைத்தசை (External Intercostal Muscles), உள் விலா இடைத் தசை (Internal Intercostal Muscles) என்ற தசைகள் உள்ளன மார்புக் கூட்டின் அறை குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் சிறுநீரகத்தின் வடிவமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. ஏனெனில், விலா எலும்புகள் முதுகெலும்புகளுக்கு அப்பால் பின்னோக்கிச் சென்று பின் திரும்புகின்றன். எனவே விலா எலும்புக் கோணங்களும் உண்டாகின்றன. உதரவிதானம் (Diaphragm) 5 அல்லது 6ஆவது விலா எலும்புகள் வரை மேல் நோக்கி அமைந்திருப்பதால் மார்புக்கூடு, இதயம், நுரையீரல்கள் போன்றவற்றிற்கு

அல்லாமல் கல்லீரல், இரைப்பை, மண்ணீரல் போன்ற உறுப்புகட்கும் பாதுகாப்பு அளிக்கிறது. பிறந்த குழந்தைக்கு மார்புக்கூடு குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் வட்ட வடிவமாக அமைந்துள்ளது. மனிதன் நிமிர்ந்து நடக்கத் தொடங்கும்பொழுது, மார்புக்கூடு முன்னிருந்து பின்புறமாகத் தட்டையாக்கப்பட்டுவிடுகிறது. விலா எலும்புகளும் பின்னோக்கி வளைந்துவிடுகின்றன. மார்பெலும்பும் அகலமடைந்துவிடுகிறது. தோள்பட்டை எலும்பும் மார்பின் பின் பக்கத்திற்குத் தள்ளப்பட்டுவிடுகிறது. எனவே தான் மனிதனால் தன் முதுகுப் பக்கமாகப் படுக்க இயலுகிறது. விலா எலும்புகளும், அவற்றுடன் இணைந்த தசைகளும் மனிதன் கீழே விழாமல் நிலைப்படுத்துகின்றன.

து.வே.

நூலோதி

1. *Gray's Anatomy,* 36th Edition, Churchil Livingston, Churchil Livingston, London, 1980.
2. *Grants Method of Anatomy,* 8th Edition, S. Chand company, New Delhi, 1983.
3. J.H. Green & P.H.S. Siver, *An Introduction to Human Anatomy,* Oxford Publication, 1981.

அச்சு எலும்புத் தொகுதி

உயிரினங்களின் உடலில் உள்ள உறுப்புகள் அவற்றின் தொழிலைப் பொறுத்துப் பல மண்டலங்களாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அதில் எலும்பு மண்டலம் (Skeletal system) ஒன்றாகும். முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்களில் மட்டுமே எலும்பு மண்டலம் உள்ளது. முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்களில் எலும்புக் கூடு உடலின் உட்புறத்தில் அமைந்துள்ளது. எலும்பு மண்டலம் உடலுக்கு உறுதியையும், வடிவமைப்பையும் தருகிறது. எலும்புகள் நெம்புகோல்களாக அமைந்து உடலின் பலவகை அசைவுகளுக்குக் காரணமாகின்றன.

மீன் வரிசையிலுள்ள அடுக்குச் செவுள் மீன்கள் (Elasmobranchs), நுரையீரல் மீன்கள் (Lung fishes) ஆகியவற்றில் மட்டுமே எலும்பு மண்டலம் குருத்தெலும்பாலானது. எலும்பு மீன்கள் (Bony fishes), இருவாழ்விகள் (Amphibians), ஊர்வன (Reptiles), பறப்பன (Aves), பாலூட்டிகள் (Mammals) ஆகியவற்றில் அது எலும்பினாலானது.

எலும்புக் கூட்டை அச்செலும்புத் தொகுதி (Axial skeleton) என்றும், துணை எலும்புக் கூடு அல்லது இணையுறுப்பு எலும்புத் தொகுதி (Appendicular skeleton) என்றும் இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அச்செலும்புத் தொகுதியில்

அ. மூளைப் பெட்டகம் அல்லது மண்டை ஓடு (Skull)

ஆ. முதுகெலும்புத் தொடர் (Vertebral column) ஆகிய பகுதிகள் உள்ளன.

மண்டை ஒடு அல்லது மூளைப் பெட்டகம்

மண்டை ஓடு அல்லது மூளைப் பெட்டகம் எலும்பு மண்டலத்தின் முக்கியப் பகுதியாகும். இதன் வெளிப்புறம் வழவழப்பாகவும், உட்புறம் மூளையின் மடிப்புகள் பொருந்துவதற்கேற்பப் பள்ளங்களையும் வளைவுகளையும் கொண்டதாகவும் இருக்கும். இது மூளையைப் பாதுகாப்பதுடன் முகத்திற்கு ஒரு வடிவமைப்பையும் தருகிறது. முகர்தல் (Olfactory), பார்த்தல் (Optic), கேட்டல் (Auditory) போன்ற உணர்வு நிலைகளின் உணர்ச்சி உறுப்புகளின் பெட்டகங்களும் (Capsules) மூளைப் பெட்டகத்தோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

மூளைப் பெட்டகத்தின் பகுதிகளைக் கீழ்க்காணும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்:

1. பிடரி எலும்புப் பகுதி அல்லது பின் மண்டைப் பகுதி (Occipital segment)
2. மண்டைப் பகுதி (Cranium)
3. முகர்ச்சிப் பெட்டகம் (Olfactory capsule)
4. செவிப் பெட்டகம் (Auditory capsule)
5. கண் பெட்டகம் (Optic capsule)
6. மேல், கீழ்த் தாடைகள் (Upper & Lower Jaws)

மண்டை எலும்புகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து அசையாவண்ணம் அமைந்துள்ளன. கீழ்த்தாடை எலும்பு மட்டுமே தாடை மூட்டில் அசையக் கூடியதாக உள்ளது.

குருத்தெலும்பு மண்டைப்பகுதி (Chondro-cranium) என்ற பகுதி வளர்ச்சி அடைந்து அச்செலும்புத் தொகுதியாகிறது. உள்ளுறுப்புச் சட்டகம் (Splanchno-cranium) மேல் தாடை, கீழ்த் தாடை உருவாக்கத்தில் பங்கு கொள்கிறது.

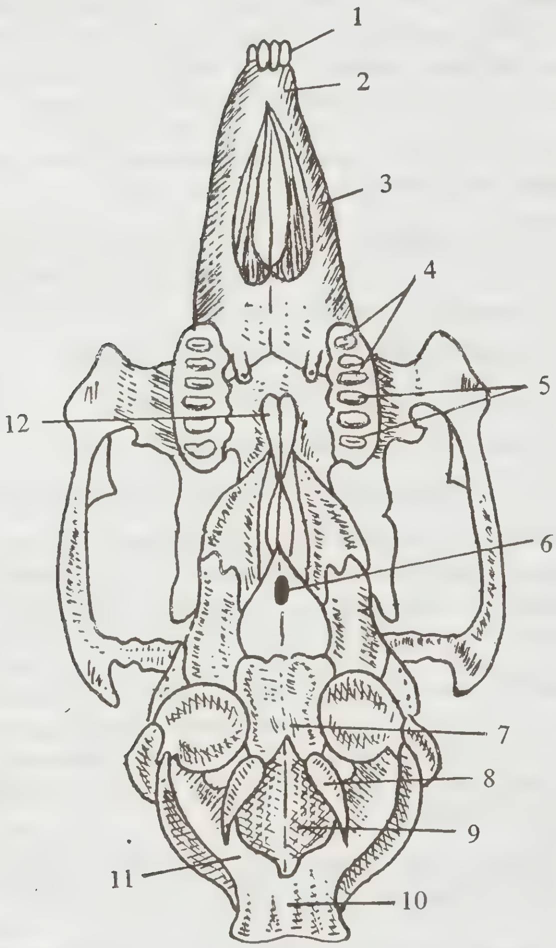
பாலூட்டிகளில் மண்டை ஓடு முன்புறம் குவிந்தும் பின்புறம் அகன்றும் அமைந்துள்ளது.

பிடரி எலும்புப் பகுதி: இது மண்டை ஓட்டின் பின்பகுதியாகும். இதில் நான்கு எலும்புகள் உள்ளன. அவை முறையே மேல் பின் தலை எலும்பு (Supra-occipital), அடி பின் தலை எலும்பு (Basi-occipital), இரண்டு வெளி பின் தலை எலும்புகள் (Ex-occipital) ஆகியன. இதன் நடுவில் மண்டை ஓட்டுப் பெருந்துளை (Foramen Magnum) உள்ளது. இதன் வழியேதான் தண்டுவடம் (Spinal cord), முகுளம் (Medulla-oblongata) ஆகியவை பெருமூளையுடன் இணைகின்றன. இத்துளையின் இருபுறமும் பிடரிக் குமிழ்கள் (Occipital condyles) உள்ளன, அவை முதல் முள்ளெலும்பான (Vertebra) பிடர் எலும்பு அல்லது அட்லஸுடன் (Atlas) அசையும் வகையில் இணைந்திருக்கும்.

மண்டைப் பகுதி (Cranium): மண்டைப் பகுதியில் கூரையில் உள்ள எலும்புகளை முறையே உச்சி மண்டை

எலும்பு (Parietal bone) என்றும், நெற்றிப் பட்டை எலும்பு (Frontal bone) எனவும் பிரிக்கலாம்.

படம் 1. முயலின் மண்டை ஓடு, அடிப்புறத் தோற்றம்



(1) வெட்டும் பல் (2) முன், மேல்தாடை எலும்பு (3) மேல் தாடை எலும்பு (4) முன் கடைவாய்ப் பற்கள் (5) பின் கடைவாய்ப் பற்கள் (6) கபச் சுரப்பித் துளை (7) அடி பின்தலை எலும்பு (8) பிடரிக் குமிழ் (9) மண்டை ஓட்டுப் பெருந்துளை (10) மேல் பின்தலை எலும்பு (11) வெளி பின் தலை எலும்பு (12) கலப்பை எலும்பு

மண்டைப் பக்க எலும்புப் பகுதியில் (Parietal region) மொத்தம் ஆறு எலும்புகள் உள்ளன. அவை முறையே கூரைப் பகுதியில் இரு மண்டை எலும்புகள், நடுப்பகுதியில் நடு மண்டை எலும்பு (Interparietal), அடிப்பகுதியில் ஒரு பேஸிஸ்பீனாய்டு (Basisphenoid), பக்கவாட்டில் இரு ஆலிஸ்ஃபீனாய்டு (Alisphenoid) எலும்புகள் ஆகியவை. பேஸிஸ்பீனாய்டு எலும்பின் நடுவே குழிந்த செல்லா டர்சிகா (Sella-turcica) என்னும் பகுதி உள்ளது. இதில்தான் நாளமில்லாச் சுரப்பியான 'கபச்சுரப்பி' எனப்படும் பிட்யூடரி சுரப்பி (Pituitary gland) பொருந்தியுள்ளது.

நெற்றிப்பட்டை எலும்புப் பகுதி (Frontal region) ஐந்து எலும்புகளால் ஆனது. இவை முறையே கூரையில் இரு நெற்றி எலும்புகள், பக்கவாட்டில் இரு ஆர்பிடோஸ்பீனாய்டு (Orbitosphenoid) எலும்புகள், அடிப்பாகத்தில் ஒரு பிரீஸ்பீனாய்டு (Pre-sphenoid) எலும்பு ஆகியவை. இந்தப்பிரீஸ்பீனாய்டு எலும்பே கூர்நீட்சி (Rostrum) எனப்படும்.

முகர்ச்சிப் பெட்டகம் : இதன் கூரைப் பகுதி இரு பெரிய நாசி எலும்புகளால் (Nasal bones) ஆனது. இதன் அடிப்பகுதியில் கலப்பை எலும்பு (Vomer) அமைந்துள்ளது. இதில் சுருளாகவும், சிக்கல் நிறைந்த மடிப்புகளையும் கிளைகளையும் உடைய சுருள் எலும்புகள் (Turbinate bones) உள்ளன.

விழிப்பெட்டகம் : இதன் குழிந்த பகுதியில் கண்கள் பதிந்திருக்கும். கண்ணீர்ச் சுரப்பிகளுக்கு அருகில் இரு சிறு ''லாக்ரிமல் எலும்புகள்'' (Lacrimal bones) உள்ளன. எந்த நிலையிலும் இது மூளைப் பெட்டகத்துடன் இணைந்து ஒன்றுவதில்லை.

செவிப் பெட்டகம் : இதில் புரோ-ஒடிக் (Pro-Otic), ஒபிஸ்தோ ஓடிக் (Opisthootic), எபி ஓடிக் (Epiotic), ஆகிய மூன்று எலும்புகளும் ஒருங்கிணைந்துள்ளன. டிம்பானிக்-புல்லா (Tympanic bulla) என்ற குடுவை போன்ற அமைப்புடைய சிறப்பு எலும்பு பாலூட்டிக்கே உரித்தாகும். நடுச்செவி எலும்புகளான சுத்தி எலும்பு (Malleus), பட்டறை எலும்பு (Incus), அங்கவடி அல்லது அடிதாங்கி எலும்பும் (Stapes) உள்னன.

தாடைகள் (Jaws) **:** மேல் தாடை (Upper jaw) எலும்புகள் இரு புறமும் ஒரு வளைவு போல் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. அவை முன் முனையிலிருந்து ஒரு பகுதியில் கீழ்க்கண்ட எலும்புகளால் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

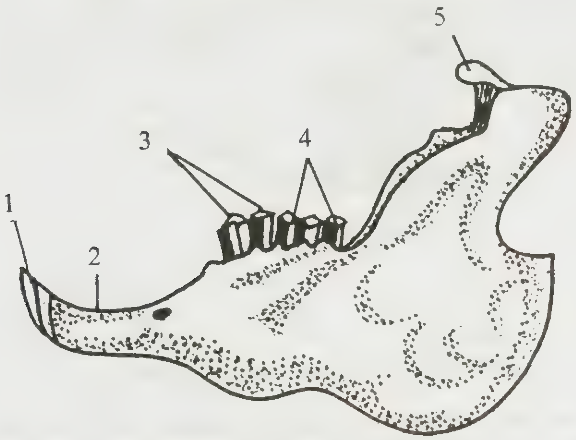
1. முன் மேல்தாடை எலும்பு (Pre-Maxilla)
2. மேல்தாடை எலும்பு (Maxilla)
3. ஜுகல் (Jugal)
4. ஸ்குவாமோசல் (Squamosals)

மேல்தாடை எலும்பின் கன்னப் பகுதியும், ஸ்குவாமோஸலின் கன்னப் பகுதியும் ஜுகலுடன் இணைந்து கன்ன வளைவு (Zygomatic arch) ஆகிறது. இந்த அமைப்பு பாலூட்டிகளின் சிறப்பமைப்பாகும். குவாட்ரேட்டு (Quadrate) எலும்பு பாலூட்டிகளில் மாற்றமடைந்து நடுச்செவியிலுள்ள பட்டை எலும்பாகிறது.

மேல்தாடைகளும் மண்டைப் பகுதியும் இணைவதற்குப் பக்க வாட்டில் அமைந்துள்ள அண்ண எலும்பும் (Palatine bone), டெரிகாய்டு எலும்பும் (Pterygoid)

உதவுகின்றன. முன் மேல் தாடை, மேல்தாடை இரண்டிலும் பற்கள் உள்ளன.

கீழ்த்தாடை 'டென்டரி' (Dentary) என்ற ஒரே எலும்பாலானது. இதிலும் பற்கள் . உள்ளன. கீழ்த் தாடையிலுள்ள ஆர்டிகுலார் (Articular) எலும்பு நடுச் செவியிலுள்ள சுத்தி எலும்பாக (Malleus) உருமாறுகிறது. ஆர்டிகுலார் குமிழ்கள் (Articular condyles) ஸ்குவாமோஸல் எலும்புடன் இணைந்துள்ளன.



படம் 2. முயலின் கீழ்த்தாடை

(1) வெட்டும் பல் (2) பல் இடை வெளி (3) முன் கடைவாய்ப் பற்கள் (4) பின் கடைவாய்ப் பற்கள் (5) குமிழ்.

முதுகெலும்பிகளின் மண்டை ஓடு பாலூட்டிகள் வகையில் சிக்கல் நிறைந்த அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. படிமலர்ச்சிக் கொள்கையின் தத்துவப்படி மீன் வகைகளிலிருந்து பாலூட்டிகள்வரை இந்த மண்டையோட்டுப் பகுதி மிக்க மாறுதல்களை அடைந்துள்ளது. மாறுதல்கள் இருந்தபோதிலும் ஓர் அடிப்படை உருவ ஒற்றுமை இருந்து வந்துள்ளது. சிற்சில வேற்றுமைகள் படிமலர்ச்சியின் விளைவுகளாகும். மீன்களில் அடுக்குச் செவுள் மீன்கள் முதலியவற்றில் அடிஎலும்பு (Basal plate) என்ற தட்டையான குருத்தெலும்பு மட்டுமே மண்டைப் பகுதியாகும். அது எலும்பு மீன்களில் எலும்பாக மாறியுள்ளது.

இருவாழ்விகளின் (Amphibia) மண்டைப் பகுதியில் இரு வெளி பின் தலை எலும்புகள் மட்டுமே உள்ளன. மண்டைப் பக்க எலும்பும் நெற்றி எலும்பும் இணைந்து ஃப்ராண்டோ பரைட்டல் (Fronto-Parietal) எனப்படுகிறது. பார்வை, செவிப் பெட்டகங்கள் மிக எளிய முறையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேல் தாடையில் மட்டுமே பற்கள் உண்டு. கீழ்த்தாடையில் இல்லை.

ஊர்வனவற்றில் (Reptiles) ஒரே ஒரு பிடரிக் குமிழ் தான் உண்டு. மண்டைப் பக்க எலும்பில் உச்சி மண்டைத் துளை (Parietal foramen) ஊர்வனவற்றில் மட்டுமே உள்ளது. இவற்றில் மட்டுமே, மண்டை ஓட்டில் ஒன்று அல்லது இரண்டு பள்ளங்கள் உண்டு. அவை முறையே மேல் பொட்டுக் குழி (Supra-temporal fossa), கீழ்ப் பொட்டுக் குழி (Infra-temporal fossa) எனப்படும். ஆமைகளில் இது வளர்ச்சி அடையவில்லை. பல்லிகள், ஓணான்கள் ஆகியவற்றில் இரண்டு குழிகளும் உண்டு. பாம்புகளில் இரண்டும் மறைந்துவிட்டன. முற்காலங்களில் வாழ்ந்து இப்பொழுது அற்றுப் போனவையான பாராப்சிடா (Parapsida), சைனாப்சிடா (Synapsida) ஆகிய இருவகை ஊர்வனவற்றில் ஒரு குழி மட்டுமே உண்டு. பாராப்சிடா வகையில் மேல் பொட்டுக்குழியும், சைனாப்சிடா வகையில் கீழ்ப் பொட்டுக் குழியும் மட்டுமே இருந்தன. இந்த அடிப்படையில் தான் ஊர்வன வகுப்பு அனாப்சிடா (Anapsida), டையாப்சிடா (Diapsida), பாராப்சிடா, சைனாப்சிடா எனப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது.

பறவைகளிலும் ஒரே ஒரு பிடரிக் குமிழ் மட்டுமே உள்ளது. இதன் மண்டை ஓடு மிக இலேசாக உள்ளது. மேல் தாடை, கீழ்த்தாடை இரண்டிலும் பற்கள் இல்லை.

பாலூட்டிகளில்தான் மிகச் சிறப்பான மண்டைப் பகுதி அமைப்பு காணப்படுகிறது.

தாடை எலும்புகள் மண்டைப் பகுதியுடன் இணைந்து பல வகையான தாடை தொங்கு முறைகளாக (Jaw-suspension) மாறுகின்றன. மீன் வகைகளில் மட்டுமே பல்வேறு முறைகள் அமைந்திருக்கின்றன. அவை ஹையோஸ்டைலிக் (Hyostylic), ஆம்ஃபிஸ்டைலிக் (Amphi-stylic), ஹோலோஸ்டைலிக் (Holo-stylic) எனப் பலவகைப்படும். மற்ற உயிரினங்களில் ஆட்டோஸ்டைலிக் (Auto-stylic) அல்லது கிரேனியோஸ்டைலிக்(Cranio-stylic) அமைப்புகள் உள்ளன.

இதிலிருந்து முதுகெலும்பிகளின் மண்டை ஓடு பல நிலைகளைக் கடந்து இன்றுள்ள சிக்கல் நிறைந்த அமைப்புகளை அடைந்திருக்கும் எனக் கருதலாம். படிமலர்ச்சிப் போக்குகளேஇந்நிலைக்கு முக்கியக்காரணமாகும்.

முதுகெலும்புத் தொடர் (Vertebral column) : இது ஏறத்தாழ 60 முதல் 70 செ.மீ. நீளமுள்ளது. அநேக எலும்புகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அமுக்கப்பட்டு நிமிர்ந்து வளையக் கூடிய முறையில் அமைந்துள்ளன. இரு முள்ளெலும்புகளுக்கிடையே குருத்தெலும்பினாலானஇடைமுள்ளெலும்பு வளையங்கள்(Inter-vertebral Discs) உள்ளன. முதுகெலும்புத் தொடர் முள்ளெலும்பாலானது. முள் எலும்புகளில் முள்ளெலும்புத் தமனித் துளை (Vertebrarterial foramen) இரு பக்கங்களிலும், உண்டு. இதன் வழியே இரத்தக் குழாய்கள் செல்லும்.

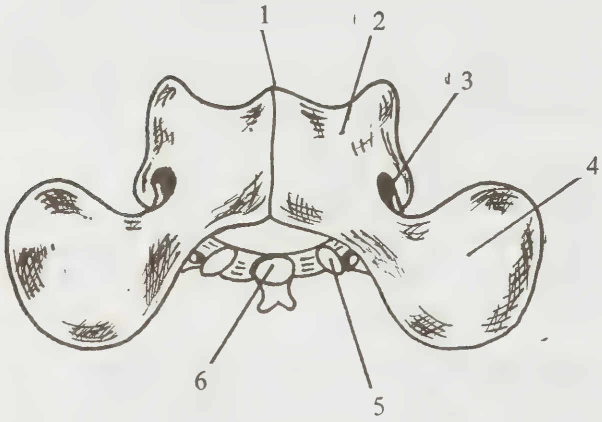
முதுகெலும்புத் தொடர் உடலுக்கு உறுதியைத் தருவதுடன், முன்பின் நிமிர்ந்து வளைந்து செயலாற்ற உதவுகிறது. நடக்கும்போதும் ஓடும்போதும் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகளைத் தாங்கி, மூளை, தண்டுவடம் இவற்றை அதிர்ச்சியிலிருந்து காப்பாற்றுகிறது.

பாலூட்டிகளின் முதுகெலும்புத் தொடரை ஐந்து பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை

1. கழுத்து முள்ளெலும்புகள் (Cervical vertebrae)
2. மார்பு முள்ளெலும்புகள் (Thoracic vertebrae)
3. இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் (Lumbar vertebrae)
4. திரிக முள்ளெலும்புகள் (Sacral vertebrae)
6. வால் முள்ளெலும்புகள் (Caudal vertebrae)

ஆகும்.

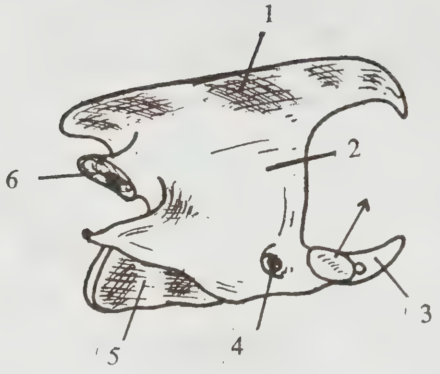
பிடர் எலும்பு அல்லது அட்லஸ் (Atlas). முதல் கழுத்தெலும்பு 'பிடர் எலும்பு' அல்லது அட்லஸ் எனப்படும். இதில் மையகம் (Centrum), நரம்பியக் கூர்முள் (Neural spine) ஆகியவை மிகச் சிறியவையாக இருக்கும். நரம்பியக் குழாயை (Neural canal) ஒரு சிறிய குறுக்குத் தசைநார் (Transverse ligament) இரண்டாகப் பிரிக்கிறது. மேல்குழாய் வழியே தண்டுவடம் செல்லும். கீழ்க்குழாயில் இரண்டாவது பிடர் அச்சு அல்லது ஆக்ஸிஸில் (axis) உள்ள ஓடன்டாய்டு முனை (Odontoid process) பொருந்தி அமையும். இதுவே முளை மூட்டு அல்லது பிவட் மூட்டு (Pivot joint) எனப்படுகிறது.



படம் 3. முயலின் பிடர் எலும்பு, மேற்புறத் தோற்றம்

(1) நரம்பியக் கூர்முள் (2) நரம்பிய வளைவு (3) முள்ளெலும்புத் தமனித்துளை (4) குறுக்கு நீட்சிப்பகுதி (5) பிடர் அச்சு பொருந்துவதற்கான முகப்பு (6) ஓடன்டாய்டு முனை பொருந்துவதற்கான முகப்பு.

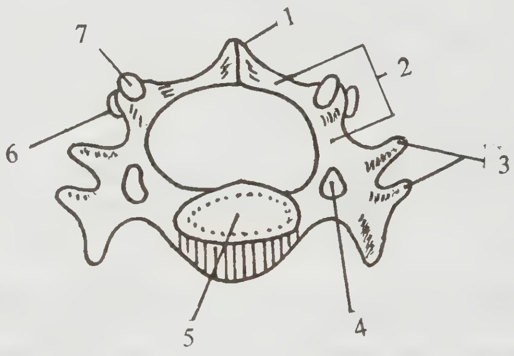
பிடர் அச்சு அல்லது ஆக்ஸிஸ் (Axis). இது இரண்டாவது கழுத்து முள்ளெலும்பாகும். நரம்பியக் கூர்முள் இதில் நீண்டு இருக்கும். குறுக்கு நீட்சிப் பகுதி (Transverse process) சிறியதாகவும் பின் நோக்கியுமிருக்கும். பின் சைகோபேஃபைசிஸ் (Posterior zygopophysis) மட்டுமே உண்டு. முன் சைகோபோஃபைஸிஸ் (Anterior zygopophysis) கிடையாது.



படம் 4. முயலின் பிடர் அச்சு, பக்கத் தோற்றம்

1) நரம்பியக் கூர்முள் (2) நரம்பிய வளைவு (3) ஒடன்டாய்டு முளை (4) முள்ளெலும்புத் தமனித்துளை (5) மையகம் (6) பின் சைகோபோஃபைசிஸ்

கழுத்து முள்ளெலும்புகள்: இவை மொத்தம் ஏழு ஆகும். பருமனான யானையின் கழுத்திலும், நீண்ட கழுத்தையுடைய ஒட்டகச் சிவிங்கியின் கழுத்திலும்கூட இந்த ஏழு கழுத்தெலும்புகளே உண்டு.

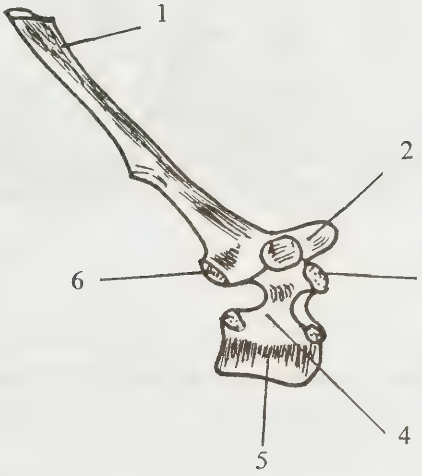


படம் 5. முயலின் கழுத்து முள்ளெலும்பு, முன்புறத் தோற்றம்

(1) நரம்பியக் கூர்முள் (2) நரம்பிய வளைவு (3) குறுக்கு நீட்சிப் பகுதி (4) முள்ளெலும்புத் தமனித்துளை (5) மையகம் (6) பின் சைகோபோஃபைசிஸ் (7) முன் சைகோபோஃபைசிஸ்.

மார்பு முள்ளெலும்புகள் : இவை மொத்தம் 12 ஆகும். இதில் நரம்பியக் கூர்முள் குத்துவாள் போன்று நீண்டதாக இருக்கும். மையகம், குறுக்கு நீட்சிப் பகுதி, நரம்பு வழிக் குழாய், முன், பின் சைகோபோஃபைசிஸ் தெளிவாக வளர்ந்திருக்கும். இதனுடன்

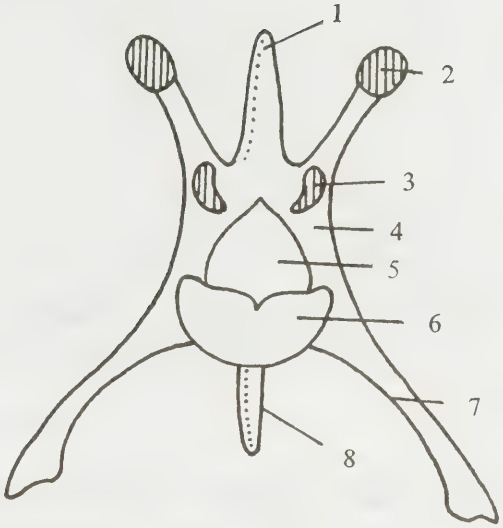
12 இணை விலா எலும்புகள் (Ribs) இணைக்கப்பட்டு மார்பெலும்புக் கூடு ஆகிறது. இதில் முதல் ஏழு இணை விலா எலும்புகள் முன்புறம் மார்பெலும் புடனும் (Sternum) பின்புறம் முள்ளெலும்புகளுடனும் இணைந்து பின்னியிருக்கும். இந்த ஏழு இணை விலா எலும்புகள் உண்மை விலா எலும்புகள் (True ribs) எனப்படுகின்றன. 8, 9, 10 இணை விலா எலும்புகள் மார்பெலும்புடன் நேராக இணையாமல் குருத்தெலும் புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கடைசி இரண்டு இணை விலா எலும்புகள் முன்புறம் இணைவதில்லை. இவை தொங்கு விலா எலும்புகள் (Floating ribs) எனப் படுகின்றன.



படம் 6. முயலின் மார்பு முள்ளெலும்பு, முன்புறத் தோற்றம்

(1) நரம்பியக் கூர்முள் (2) குறுக்கு நீட்சிப்பகுதி (3) முன் சைகோ போஃபைசிஸ் (4) நரம்பிய வளைவு (5) மையகம் (6) பின் சைகோ போஃபைசிஸ்

இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் : இவை அளவில் பெரியவை. சிறுநீரக வடிவில் அமைந்துள்ளன. இதன் முள்ளெலும்பையே எடுத்துக்காட்டாகப் பயன்படுத்துவர். இதில் மையகம், நரம்பியக் கூர்முள் முதலிய பகுதிகளும் குறுக்கு நீட்சிப் பகுதி, முன், பின், சைகோபோஃபசிஸ் முதலிய பகுதிகளும் நன்கு தெளிவாக உள்ளன. நரம்பியக் கூர்முள்ளின் இரு பக்கத்திலும் இரண்டு மெடபோஃபைசிஸ் (Metapophysis) என்ற எலும்புகள் உள்ளன. மையகத்தின் அடியிலிருந்து வளர்ந்த எலும்பு ஹைபபோஃபைசிஸ் (Hypapophysis) எனப்படும். இந்த இரு எலும்புகளும் இடுப்பு முள்ளெலும்புகளில் மட்டுமே உள்ளன.



படம் 7. முயலின் இடுப்பு முள்ளெலும்பு, முன்புறத் தோற்றம்

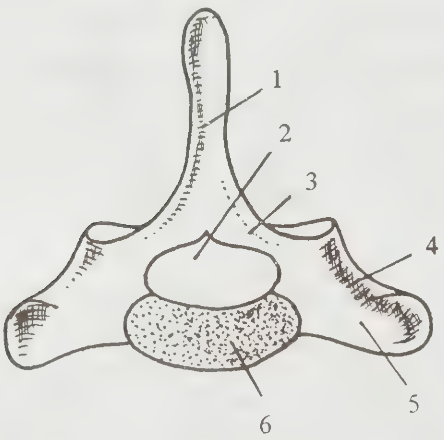
(1) நரம்பியக் கூர்முள் (2) மெடாபோஃபைசிஸ் (3) முன்சைகோபோஃபைசிஸ் (4) நரம்பிய வளைவு (5) நரம்பியக் குழாய் (6) மையகம் (7) குறுக்கு நீட்சிப்பகுதி (8) ஹைபபோஃபைசிஸ்

திரிகம் (Sacrum). நான்கு முள்ளெலும்புகள் இணைந்து திரிகம் ஆகிறது. இது முக்கோண வடிவ அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. இது கடைசி இடுப்பு முள்ளெலும்புடன் இணைந்து இடுப்பு-திரிக இணைப்பு மூட்டாகிறது. திரிகக் குழல் தண்டுவடக் குழலின் தொடர்ச்சியாக அமைந்து காணப்படுகிறது. திரிகக் குழாயின் சுவர்களில் காணப்படும் சிறு துளைகள் மூலமே பல திரிகத் தமனிகளும், நரம்புகளும் செல்கின்றன.

வால் முள்ளெலும்புகள் (Caudal vertebrae); வாலின் நீளத்திற்கேற்ப வால் முள்ளெலும்புகள் இருக்கின்றன. கடைசியிலுள்ள சில வால் எலும்புகள் இணைந்திருக்கும். கழுத்து, மார்பு, இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் வாழ் நாள் முழுவதும் தனித்து இயங்கி வருவதால் அவற்றை அசையும் முள்ளெலும்புகள் (Movable vertebrae) என அழைக்கிறோம். கீழ்ப்பகுதியான திரிகம், கடைசி வால் பகுதி, முள்ளெலும்புகள் ஆகியவை அசையா வண்ணம் இணைந்திருப்பதால் அவை அசையா முள்ளெலும்புகள் (Immovable vertebrae) என்று அழைக்கப் படுகின்றன.

மண்டை ஓடு போல முதுகெலும்புத் தொடரும் பல வேறுபாடுகளை உடையது. இத்தகைய வேறுபாடுகள் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைக்கேற்ப, மாற்றம் அடைந்

துள்ளன. அவை நீர், நில வாழ்க்கைக்குத் தக்கவாறு படிமலர்ச்சி அடைந்துள்ளன.



படம் 8. முயலின் திரிகம், முன்புறத் தோற்றம்

(1) நரம்பியக் கூர்முள் (2) நரம்பியக் குழாய் (3) நரம்பிய வளைவு (4) இடுப்புப் பின் எலும்பு பொருந்துவதற்கான முகப்பு (5) குறுக்கு நீட்சிப்பகுதி (6) மையகம்

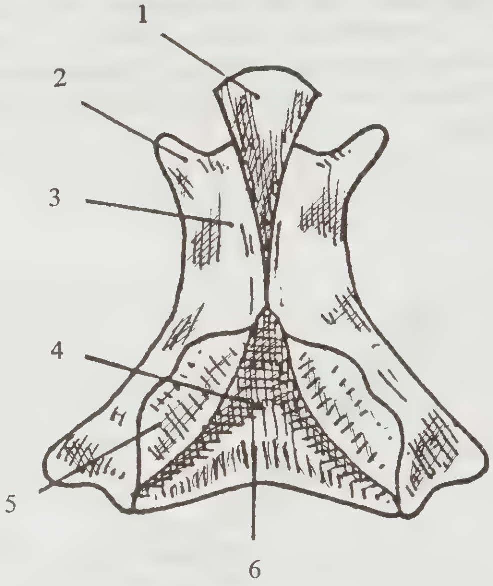
முதுகெலும்புத் தொடர் முதுகுநாணிலிருந்து (Notochord) வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. முதுகெலும்புத் தொடர் பல்வேறு உயிரினங்களில் மாற்றம் அடைந்திருந்தாலும் ஓர் அடிப்படைத் தன்மையை இழப்பதில்லை. படிமலர்ச்சிக் கொள்கையின் தத்துவப் படி இந்நிலை விளக்கப்படுகிறது. எல்லா உயிரினங்களுக்கும் ஒரு பொது மூலம் இருக்கலாம். அதிலிருந்து தோன்றும் அல்லது தோன்றி மறைந்த உயிரினங்களும் தங்கள் வாழ்க்கை முறைக்கேற்ப மாறுபாடுகளை அடைந்துள்ளன.

மீன் வகைகளில் முதுகெலும்புத் தொடர் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை முறையே,

1. முன் வால் முள்ளெலும்புகள் அல்லது உடல் முள்ளெலும்புகள் (Trunk vertebrae).

2. வால் முள்ளெலும்புகள் (Caudal vertebrae). உடல் முள்ளெலும்புகளில் மையகம் இரு பக்கங்களிலும் குழிந்திருப்பதால் இதை உடல் ஆம்ஃபீஸீலஸ் முள்ளெலும்பு (Amphicoelus vertebra) என்று கூறுகிறோம். இதில் நரம்பியக் குழாயைச் சுற்றி இரண்டு நரம்பியத் தட்டுகளும் (Neural plates), அவற்றை இணைக்கும் வகையில் ஓர் இடை நரம்பியத் தட்டும் (Interneural plate) உள்ளன. இவை மூன்றும் இணைந்து நரம்பிய வளைவு (Neural Arch) ஆகிறது. இந்த வளைவிலிருந்து நரம்பியக் கூர்முள் (Neural spine) முன்நோக்கி அமைந்திருக்கும்.

வால் முள்ளெலும்புகள் தோற்றத்தில் சிறியனவாக இருக்கும். நரம்பிய வளைவு தவிர, இரத்தக் குழல் வழி வளைவும் (Haemal-Arch) இதில் உண்டு. மையகத்தின் அடியில் இரு இரத்தக்குழல் வழித்தட்டுகளும் (Haemal plates), ஓர் இடை இரத்தக்குழல் வழித் தட்டும் (Interhaemal plate) இணைந்து இரத்தக்குழல் வழி வளைவு உருவாகிறது. இதிலிருந்து இரத்தக்குழல் வழிக் கூர்முள் (Haemal spine) பின்னோக்கி அமைந்திருக்கும். உடல் முள்ளெலும்புகளில் இரத்தக்குழல் வழிவளைவு கிடையாது.



படம் 9. முயலின் வால் முள்ளெலும்பு: மேற்புறத் தோற்றம்

(1) நரம்பியக் கூர்முள் (2) பின் சைகோபோஃபசிஸ் (3) நரம்பிய வளைவு (4) நரம்பியக் குழாய் (5) முன் சைகோபோஃபைசிஸ் (6) மையகம்

இருவாழ்விகளில் மொத்தம் பத்து முள்ளெலும்புகள் உள்ளன. தவளைகளில் முதல் ஏழு முள்ளெலும்புகளும் புரோஸீலஸ் (Procoelus) வகையைச் சேர்ந்தவை. இதில் மையகம் முன்பக்கம் குழிந்தும் (Concave) பின் பக்கம் குவிந்தும் (Convex) காணப்படும். மற்ற பகுதிகளான நரம்பியக் கூர்முள், நரம்பியக் குழாய், குறுக்கு நீட்சிப் பகுதி ஆகியவை தெளிவாக இருக்கும்.

எட்டாவது முள்ளெலும்பில் மையகம் இரு பக்கமும் குழிந்திருப்பதால் (Biconcave) அதை ஆம்ஃபீஸீலஸ் வகை எனக் கருதலாம்.

ஒன்பதாவது முள்ளெலும்பில் குறுக்கு நீட்சிப் பகுதி பின்னோக்கி வளைந்திருக்கும்.

பத்தாவது முள்ளெலும்பில் முள்ளெலும்பின் பகுதிகள் முழுமையாக மறைந்துவிட்டிருக்கும். அதற்கு யூரோஸ்டைல் (Urostyle) என்று பெயர்.

ஊர்வனவற்றில் பாலூட்டிகளைப் போன்று கழுத்து, மார்பு, இடுப்பு, திரிக, வால் முள்ளெலும்புகள் உண்டு.

பாம்பு வகைகளில், குறுகிய வளைவுகளில் வளைந்து செல்லும் வகையில் முள்ளெலும்புகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பிலும் முன் பகுதியில் இரண்டு சைகோஸ்ஃபீன் (Zygosphene) என்ற பகுதிகளும், பின் பகுதியில் சைகான்ட்ரம் (Zygantrum) என்ற பகுதியும் உண்டு. முன் சைகான்ட்ரம், பின் முள்ளெலும்பில் உள்ள சைகோஸ்ஃபீன் பகுதியுடன் இணையும். இந்த இணைப்பு பாம்பின் உடலை நீட்டவும் வளைக்கவும் குறுகிய இடங்களில் செல்லவும் உதவுகிறது.

பறவைகளில் முள்ளெலும்புகள் சற்று வேறுபட்டுள்ளன. இந்த முள்ளெலும்புகள் ஹெடிரோஸீலஸ் (Heterocoelus) வகையைச்சார்ந்தவை. இதில் மையகம் பக்கவாட்டில் குழிந்தும் முன் பின் பக்கங்களில் குவிந்தும் இருக்கும். உடலின் எடையைக் குறைக்கச் சில முள்ளெலும்புகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து ஸின்சேக்ரம் (Synsacrum), பைகோஸ்டைல் (Pygostyle) என மாறுபடுகின்றன.

ஸின்சேக்ரம்

ஸின்சேக்ரம், இடுப்பு வளையத்துடன் (Pelvic Girdle) இணைந்திருக்கிறது. இதில் 14 முள்ளெலும்புகள் இணைந்திருக்கின்றன. அவை முறையே கடைசி மார்பெலும்பு, 6 இடுப்பெலும்புகள், 2 திரிக எலும்புகள், முதல் 5 வால் எலும்புகள் ஆகும்.

இது போன்றே கடைசி நான்கு வால் எலும்புகள் இணைந்து பைகோஸ்டைல் (Pygostyle) ஆகும். இவ்வித இணைந்த அமைப்பு பறவைகள் பறப்பதற்கேற்ற தகவமைப்பாக விளங்குகிறது.

பாலூட்டிகளில் மையகம் குழிவற்றது. எனவே இதை ஏஸீலஸ் (Acoelus) வகை என்று அழைக்கிறோம்.

மீன்களிலிருந்து பாலூட்டிகள் வரை மையகப் பகுதியின் வளர்ச்சியை ஆராயும்போது அது படிமலர்ச்சிக் கொள்கையை உறுதிப்படுத்துகிறது. மீன்களில் மையகம் இரட்டைத் தன்மையுடையது (Double centra). இதன் ஒரு பகுதி பக்க மையகம் (Pleuro-centrum) என்றும், மற்றொரு பகுதி கீழ் மையகம் (Hypo-centrum) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. மீன்களிலிருந்து முதலில் தோன்றிய எளிய இருவாழ்விகளில் மையகம் இரட்டைத் தன்மையை இழக்கவில்லை. ஆனால் கீழ் மையகத்தைவிடப் பக்க மையகம் சிறியதாக மாறியிருக்கும். தற்போதுள்ள இருவாழ்விகளில் பக்க மையகம் முழுமையாக மறைந்து, கீழ் மையகம் மட்டுமே இருந்து வருகிறது.

ஊர்வனவற்றில் இது நேர் எதிராக அமைந்திருக்கிறது. முன்தோன்றிய ஊர்வனவற்றில் இரு மையகங்கள் இருந்தபோதிலும் கீழ் மையகம் மறையும் நிலையிலும், பக்க மையகம் நன்கு வளர்ச்சியடைந்த நிலையிலும் இருந்தன. முடிவில் தற்போது வாழும் ஊர்வனவற்றில் (Living reptiles) பக்க மையகம் மட்டும் இருந்து வருகிறது.

ஊர்வனவற்றிலிருந்து தோன்றிய பறவைகளிலும் பாலூட்டிகளிலும் இத்தன்மை வெளிப்படுகிறது. மீன்களிலிருந்து இருவாழ்விகளும் அவற்றிலிருந்து ஊர்வனவும் தோன்றியிருக்கலாமென்ற படிமலர்ச்சிக் கொள்கைக் கருத்தை இந்த எடுத்துக்காட்டு விளக்குகிறது.

வெ.க.

நூலோதி

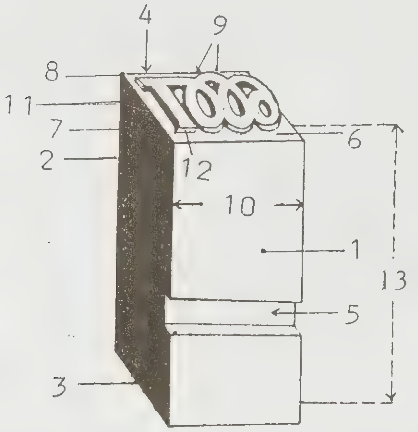
1. ராணி கந்தசாமி, ஊர்வன, தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1972.
2. Agarwal, V.K. & Verma, P.S. *Comparative Anatomy of Vertebrates*, S. Chand & Co. Ltd. New Delhi, 1976.
3. Ekambaranatha Ayyar, M. *A Manual of Zoology*, partII, S. Viswanathan Pvt. LTD. 1976.

அச்சு எழுத்துகள்

பெயர்த்து எடுக்கத்தக்க அச்சுகளைக் கொண்டு அச்சடிக்கும் முறை தோன்றியபின் அதற்கேற்ப எழுத்துகளின் வடிவங்களிலும் பல மாறுதல்கள் செய்யப்பட்டன. இந்த மாறுதல்களையும், எழுத்து அச்சுகளின் அளவுகளையும், அவற்றை அமைக்கும் வகைகளையும் ஏற்றவாறு முடிவு செய்தல் தற்காலத்தில் ஒரு கலையாக வளர்ந்துவிட்டது. பயனுள்ள வகையில் அச்சு வேலையைச் செய்வதையே அச்சுக்கலை தனது முதல் நோக்கமாகக் கொண்டுள்ளது. இதற்காக அதன் அழகு சிறிது குறைந்தாலும் பொருட்படுத்த வேண்டியதில்லை. தேவையற்ற அலங்கரிப்புகள் இல்லாமல் ஒரே சீரான அழுத்தத்துடன் நல்ல வடிவங் கொண்டு அச்செழுத்துகள் அமையவேண்டும். அச்சிட்ட பக்கத்தைப் படிக்கத் தடைப்படாத வகையில் எழுத்துகள் அமையவேண்டும். ஒவ்வோர் எழுத்தும் தெளிவாகத் தெரியும்படியும் எளிதில் புரிந்து கொள்ளும்படியும் இருப்பதோடு மற்ற எழுத்துகளோடு எளிதில் இணையும்படியாகவும் இருக்க வேண்டும்.

அச்சு வேலையில் பயன்படும் அச்சு மெல்லிய, நீள் சதுர வடிவமான உலோகக் கட்டி. அதன் மேற்புறத்தில், எழுத்தின் வடிவம் மேடாக அமைந்திருக்கும். கட்டியின் ஒரு பக்கத்தில் தவாளிப்பு இருக்கும். அச்சுக்

கோக்கும்போது எழுத்துகள் நேராக அமைந்திருக்கின்றனவா என்பதை அறிய இது உதவும்.



அச்செழுத்தின் உறுப்புகள்

(1) முகப்பு (2) பின்புறம் (3) அடிப்புறம் (4) தலைப்புறம் (5) முன்காடி (6) குடைவு (7) சரிவு (8) தோள் (9) மயிரிழைக் கோடு (10) எழுத்தகலம் (11) தலைமைக்கோடு (12) அடி (13) முகப்பின் அளவுக்கோடு.

தனியச்சு (Monotype), வரியச்சு (Linotype) எந்திரங்களில் பயனாகும் அச்சு எழுத்துகள் அவ்வப்போது வார்க்கப்பட்டு ஒருமுறை பயன்பட்டபின் உருக்கப்பட்டு விடுகின்றன. (பார்க்க ; அச்சடித்தல்) ஆனால் மற்றப் பெரும்பான்மையான வேலைகளுக்குக் கையினால் அச்சுக் கோக்கப்படும்போது சிறு அறைகளில் தயாராக வைக்கப்பட்ட அச்சுகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இவை தனிப்பட்ட தொழிலகங்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அச்சுகள் அச்சு உலோகம் என்ற உலோகக் கலவையால் செய்யப்படுகின்றன. இதில் காரீயம் (Lead), ஆண்டி மனி (Antimony), வெள்ளீயம் (Tin) ஆகிய உலோகங்கள் கலந்திருக்கும்.

அச்சை வார்க்குமுன் அதன் மாதிரி ஒன்று எஃகினால் செய்யப்படுகிறது. இது மிருதுவான பித்தளையின் மேலோ செம்பின் மேலோ வைத்து அழுத்தப்படுகிறது. இதுதான் அச்சின் வார்ப்பாகும். அச்சு உலோகத்தை உருக்கி இதற்குள் வார்த்து இறுகச் செய்யலாம். உலோகம் குளிர்ந்தபின் வார்ப்பிலிருந்து அச்சை வெளியே எடுக்கலாம். முன்னர் இவ்வேலைகள் அனைத்தும் கையினால் செய்யப்பட்டன. தற்காலத்தில் அச்சு எழுத்துகளை மிக விரைவாக வார்க்கும் எந்திரங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

அச்சு எழுத்துகளின் அளவு புள்ளி (Point) என்ற அலகினால் குறிப்பிடப்படுகிறது. 72 புள்ளிகள் ஓர் அங்குல நீளமாகும். தற்காலத்தில் தமிழ் நூல்கள் சாதாரணமாக 11 அல்லது 12 புள்ளி எழுத்துகளிலும் நாளிதழ்கள் 10 புள்ளி எழுத்துகளிலும் வெளியிடப் பெறுகின்றன. நாளிதழ்களில் தலைப்புகள் 24 புள்ளி எழுத்துகளைப் போன்ற பெரிய எழுத்துகளால் அமைக்கப்படுகின்றன. விளம்பரங்களில் இன்னும் பெரிய எழுத்துகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் தெளிவைவிடக் கவர்ச்சியான தோற்றமே முக்கியமாகையால் சிறப்பு வடிவான எழுத்துகள் நடைமுறையில் வழங்குகின்றன. ஒரே வரியில் சில சொற்களை மட்டும் அழுத்தமான எழுத்துகளாலோ சாய்வு எழுத்துகளாலோ அமைப்பது அச் சொற்களுக்கு ஓர் அழுத்தம் தருகிறது. எனினும் இதனால் அச்சின் தெளிவு குறைகிறது.

எழுத்துகள் நன்றாக இருந்தாலும் அவற்றைச் சரியானவாறு அமைக்காவிட்டால் அச்சு வேலை பாழாகிவிடும். ஒவ்வொரு வேலைக்கும் ஏற்ற அளவுள்ள எழுத்துகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதும், சொற்களுக்கிடையிலும் வரிகளுக்கிடையிலும் ஏற்ற இடைவெளி விடுதலும் முதன்மையாகக் கவனிக்கவேண்டிய செய்திகளாகும். எழுத்தின் அகலத்தையும் கவனிக்க வேண்டும். குறுகலான வடிவமும் போதிய உயரமும் உள்ள எழுத்துகள் அதே உயரமும் இன்னும் கூடுதலான அகலமும் உள்ள எழுத்துகளைவிடக் குறைவான இடத்தை அடைக்கும்.

நூலோதி

1. கலைக்களஞ்சியம், தொகுதி-1, தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.

2. மா.சு சம்பந்தன், அச்சுக்கலை, தமிழர் பதிப்பகம், சென்னை-1, 1960.

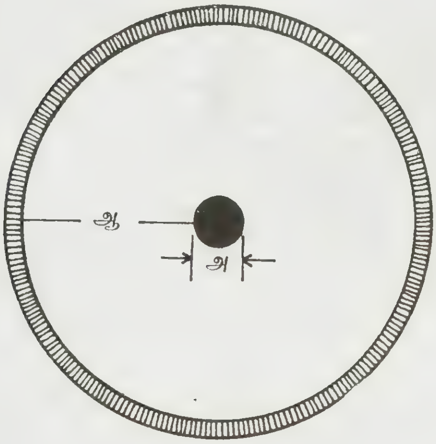
8. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science and Technology*, Fourth Edition, Vol. 14, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

அச்சு ஒன்றிய வடம்

அச்சு ஒன்றிய வடம் (coaxial cable) தொலைத் தொடர்பியலில் (tele-communications) முக்கிய இடம் பெறுகிறது. இது தேவைக்கேற்பப் பல்வேறு வகையான அமைப்புகளையும், சிறப்பியல்புகளையும் கொண்டது. தொலைக்காட்சி, தொலைவரி, தொலைபேசி போன்ற துறைகளில் பல செய்திகளை அல்லது உரையாடல்களை ஒரே நேரத்தில் ஒரே வடத்தின் வழியாக அனுப்ப இது பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இது உலக நாடுகளையும் நகரங்களையும் இணைப்பதில் பெரிதும் பங்கு பெறுகின்றது.

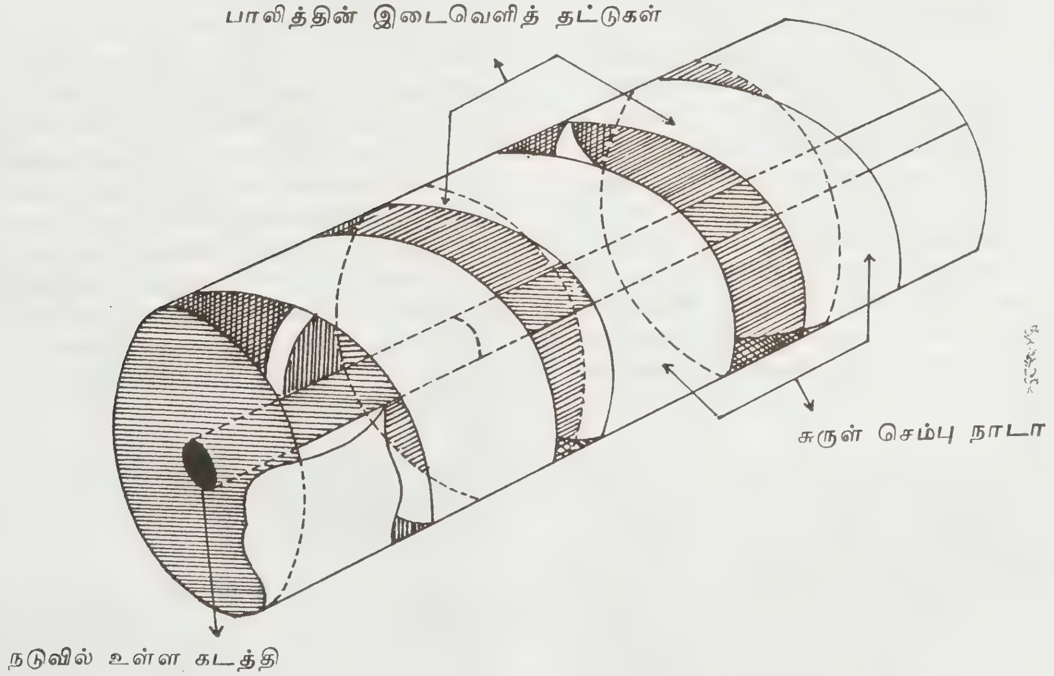
தொலைத் தொடர்பியலில் முக்கியமான உறுப்பு ஏற்கும் பகுதியே அச்சு ஒன்றிய வடமாகும். விண்வெளித் தொடர்பியல் (space communication), நுண்

அலைத்தொடர்பியல் (microwave communication) ஆகியவை மிகவும் முன்னேறிவிட்ட இக்காலத்தில்கூட அச்சு ஒன்றிய வடங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பேசுபவரையும் பேச்சைக் கேட்பவரையும் ஒரு நிலையத்திலிருந்து மற்றொரு நிலையத்திற்கு இணைக்க நீண்ட திறந்தவெளிக் கடத்திகள் (open conductors) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரே நேரத்தில் பல உரையாடல்களை அனுப்புவது இத்தகைய திறந்தவெளிக் கடத்திகளில் அரிதாகிறது. ஆனால் அச்சு ஒன்றிய வடம் வழியாக ஒரே நேரத்தில் நூற்றுக்கணக்கான உரையாடல்களை ஒரே நேரத்தில் அனுப்ப முடியும். மேலும் ஆறு, கடல் போன்ற இடங்களில் அச்சு ஒன்றிய வடத்தை நிறுவுவது மிகவும் எளிதாகும்.



படம் 1. அச்சு ஒன்றிய வடத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

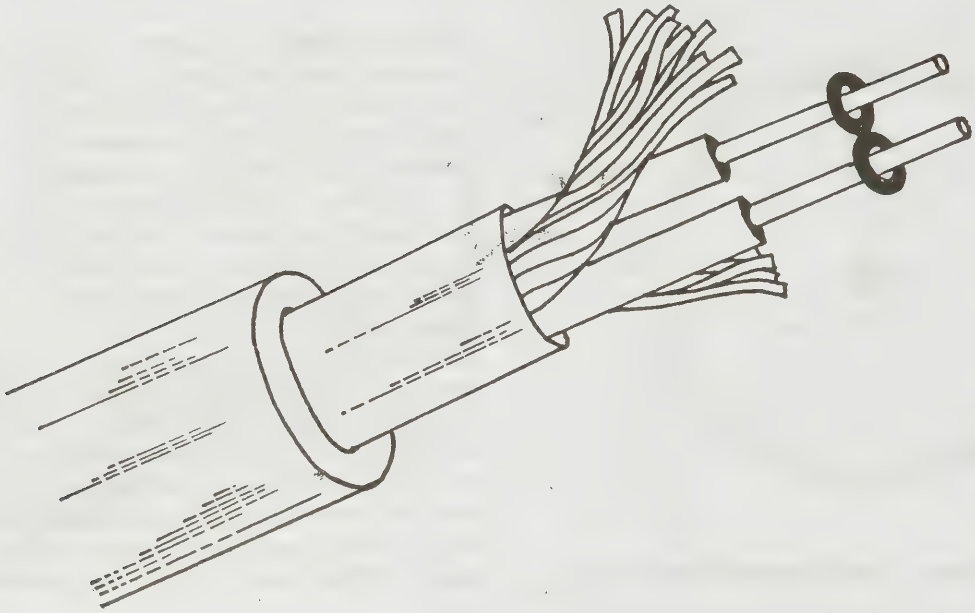
அச்சு ஒன்றிய வடத்தின் கட்டுமானம் நெடுந்தொலைவு செய்தித் தொடர்புக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் வடங்கள் பொதுவாக இரண்டு வகைப்படும். முதல் வகை முறுக்கிய கம்பிகளைக் (twisted wires) கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டது. இரண்டாவது வகை ஒரு மெல்லிய குழாய் போன்ற அமைப்புடையது. வெளிப்பகுதி ஒரு குழாய் வடிவத்தில் ஒரு கடத்தியாகப் பயன்படுகிறது. அக்குழாயின் நடுவில் அதன் அச்சின் வழியே ஒரு கடத்தி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் படம் 1 இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. படம் 2 இல் அச்சு ஒன்றிய வடத்தின் அமைப்பு காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. நடுவில் உள்ள செம்புக் கடத்தி 0.104 அங்குலம் விட்டமுடையது. வட்டவடிவான இலேசான பாலித்தின் (Polythene) தட்டுகள் நடுவில் உள்ள கடத்தியை வெளிக்கடத்தியினின்றும் தள்ளி வைக்கின்றன. வெளிக் குழாயின் உள்விட்டம் 0·375 அங்குலம் ஆகும். மேலே சுற்றப்பட்டுள்ள எஃகினாலான நாடா, பாதுகாப்பாகவும் மின்



படம் 2. அச்சு ஒன்றிய வடத்தின் கட்டுமானம்

தொல்லைகளைக் குறைக்கவும் பயன்படுகிறது. முறையான பயன்பாட்டிற்கு ஒரு நீண்ட ஈயப்புறணிக்குள் (lead sheath) மூன்று அல்லது நான்கு அச்சு ஒன்றிய வடங்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வகையான வடங்களை 50 ஆயிரம் அலைவெண்கள் முதல் 30 இலட்சம் அலைவெண் (frequency) களுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

'ஆ'/'அ'வின் அளவு 3.6 ஆகும் காற்றை மின்காப்புப் பொருளாகக் கொண்ட வடங்கள் மிகக் குறைவான மட்டுப்படுத்தும் தன்மை கொண்டவை. தற்சிறப்பு மறிப்பு (characteristic impedance) என்பது வடத்தின் ஒரு முக்கியமான சிறப்பியல்பாகும். 77 அல்லது 50



படம் 3. தொலைபேசித் துறையில் பயன்படும் அச்சு ஒன்றிய வடம்

தொலைபேசித் துறையில் பயன்படுத்தப்படும் அச்சு ஒன்றிய வடம். படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ள அச்சு ஒன்றிய வடம் 1936இல் அமெரிக்காவில் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதனைப் பயன்படுத்தி மொத்தம் 240 உரையாடல்களை ஒரே நேரத்தில் அனுப்பலாம். மேலும் பலவகையான மாறுதல்களை அச்சு ஒன்றிய வடத்தில் செய்து 600-க்கும் மேற்பட்ட உரையாடல்களை ஒரே நேரத்தில் ஒரு வடத்தின் வழியாக நிகழ்த்தலாம். ஒரு கூட்டு வடத்தில் (compound cable) எட்டு அச்சு ஒன்றிய வடங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகையான வடங்கள் பலவகையான புவியியல் அமைப்புகளைக் கொண்ட இடங்களை இணைக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

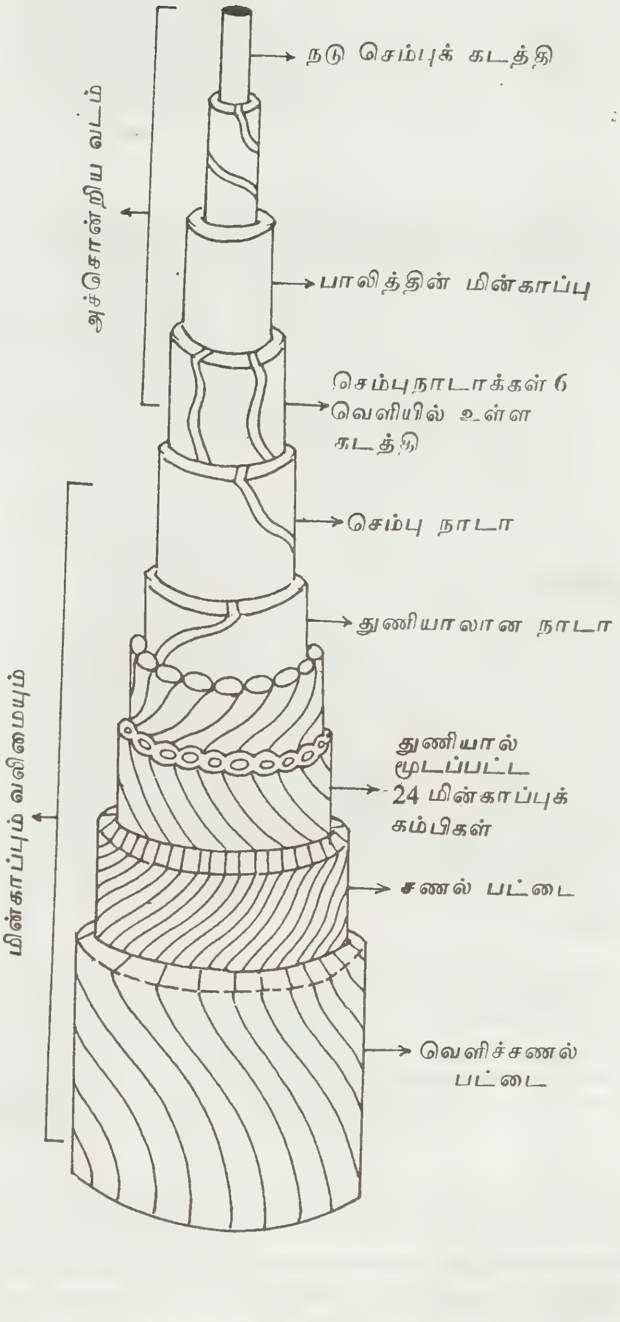
வானொலிக்குப் பயன்படும் அச்சு ஒன்றிய வடம். வானொலிக்குப் பயன்படுத்தப்படும் வடங்கள் இரண்டு வகைப்படும். முதல்வகை காற்றையே மின்காப்புப் (air dielectric) பொருளாகக் கொண்டது. மற்றொரு வகை திண்பொருளாலான மின்காப்புப் பொருள்களைக் கொண்டது. எடுத்துக்காட்டாக, பாலித்தின் (Polythene) போன்ற பொருள்களைக் கொண்டது. இவற்றின் மின்குறிப்பு (electrical signal), மட்டுப்படும் சிறப்பியல்புகளை (attenuating characteristics) எளிதில் **கண்டறியலாம்.** காட்டாக, படம் 2இல் காட்டியுள்ள ஓம்கள் (ohms) கொண்ட வடங்கள் உள்ளன. வானொலி நிலையத்தில் உணர்சட்டம் (antenna) போன்றவைகளுக்குத் தொடர்பு ஏற்படுத்த இவ்வடங்கள் பயன்படும். இது போன்ற நேரங்களில் இவ்வடங்கள் நிறைய மின்னோட்டத்தைத் தாங்க வேண்டி வரும். தொலைக்காட்சித் துறையிலும், உணர் சட்டத்தையும் தொலைக்காட்சிப் பெட்டியையும் இணைக்க அச்சு ஒன்றிய வடங்கள் பயன்படுகின்றன. இவ்வடத்தில் வெளியில் உள்ள கடத்தி சல்லடை உருளை (braid) போன்ற அமைப்பை உடையது. நடுவில் உள்ள கடத்தி பல செம்புக் கம்பிகளைக் கொண்டு முறுக்கி ஒரே கடத்தியாக 0.048 அங்குல விட்டமுடையதாகச் செய்யப்பட்டிருக்கும். இவற்றை 40×10^6 முதல் 200×10^6 அலைவுகள் வரை பயன்படுத்தலாம். குறிப்பின் வலிமை (signal strength) அதிகமாக உள்ள பொழுது பாலித்தீன் போன்ற பொருள்கள் வடத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஆழ்கடலில் பயன்படுத்தப்படும் அச்சு ஒன்றிய வடங்கள். நெடுந்தொலைவில் உள்ள நாடுகளைக் கடல் வழியாகத்தான் இணைக்க வேண்டும். ஆகவே நீரில் மிக ஆழத்தில் பயன்படுத்தப்படும் வடங்கள் தொலைவரிச் செய்தியை அனுப்பவும், தொலைபேசிகளை இணைக்கவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. 1865ஆம் வருடம்

முதன்முதலில் அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் வழியாக இவ்வடம் பயன்படுத்தப்பட்டது. இவற்றின் சிறப்பியல்புகள் இயல்பு வடங்களைப் போன்றவையேயாகும். குறைந்த வேகமுடைய தொலைவரிக் குறியீடுகளை (telegraph codes) இவ்வடங்கள் அனுப்புவதால் நேர் மின்னோட்டத் தத்துவங்களைக் (principles) கொண்டே வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இவற்றை ஆழ்கடல் வடங்கள் (submarine cables) என்றும் கூறுவார்கள். படம் 4இல் கடலையும் ஆறுகளையும் கடக்கப் பயன்படும் வடத்தின் அமைப்பு காண்பிக்கப் பட்டுள்ளது. நடுவில் உள்ள செம்பாலான கடத்தி 0.132 அங்குல விட்டமுடையது. இதன் மேல்பாகத்தில் 0.0145 அங்குலம் தடிப்புள்ள செம்பாலான மூன்று நாடாக்கள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. இதையடுத்து 0.62 அங்குல விட்டத்திற்கு பாலித்தின் மின்காப்புப் பொருள் உள்ளது. பின்பு வெளிப்புறக் கடத்தியாக 6 செம்பாலான நாடாக்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் மேலுள்ள 0.003 அங்குலம் தடிப்புள்ள துணி இவற்றுக்குப் பாதுகாப்பளிக்கின்றது. மேலும் 24 எஃகுக் கம்பிகளும், சணல் பட்டைகளும் பாதுகாப்பளிக்கின்றன.

இதே மாதிரி தொலைபேசிக்காகவும் வடங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு சில கி.மீ. தொலைவுகளைக் கடக்க இயல்பு வடங்களே பயன்படும். தொலைவும் நீரின் ஆழமும் அதிகமாகும் பொழுது சிறப்புவகை வடங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 1921ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவுக்கும் க்யூபாவுக்கும் இடையில் இவ்வடம் பயன்படுத்தப்பட்டது. சுமார் 160 கி.மீ. தொலைவுக்கு 1.6 கி.மீ. ஆழமான கடலில் இவ்வடம் பயன்படுத்தப்பெற்றது. இவ்வடங்களில் செய்திகளைத் தாங்கிச் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் இழப்பைக் குறைப்பதற்கும், மின்குறிப்புகளின் (electrical signals) உருக்குலைவைத் (distortion) தடுப்பதற்கும் தனி முறைகள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

ஊர்தியலைத் தொலைபேசி அமைப்புகள் (Carrier telephone system). பல செய்திகளை ஒரே வடத்தின் வழியாக ஒரே நேரத்தில் அனுப்பப் பல வடங்கள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வடங்கள் செய்திகளைத் தாங்கி வரும் பலவகையான மின் குறிப்புகளை அனுப்பும். அச்சு ஒன்றிய வடங்களைக் கொண்டு வலைகள் (networks) அமைக்கப்பெற்று அவை பல இடங்களை இணைக்கின்றன. இவ்வடங்கள் தொலைக்காட்சிக்குத் தேவையானவற்றை அனுப்பவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை ஒரே நேரத்தில் ஆயிரக்கணக்கானவர்கள் செய்தித் தொடர்பு ஏற்படுத்திக்கொள்ள ஆயிரக்கணக்கான கால்வழிகளைக் (channels) கொடுக்கும். மின்குறிப்பு வலிமை குறையும்போது இவ்வடங்களுடன் திருப்பி மிகைப்படுத்திகளும் (repeaters) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வடங்களில் உட்கடத்தி 0.09 அங்குல விட்டமும் வெளிக்கடத்தி 0.27 அங்குல விட்டமும் உடையன.



படம் 4. ஆழ்கடல் வடம்.

நெடுந்தொலைவுச் செய்தித் தொடர்புக்கு நிலத்திலும் நீரிலும் அச்சு ஒன்றிய வடங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவ்வடங்கள் பயன்பாட்டிற்கு ஏற்றபடி பலவகையான அமைப்புகளைக் கொண்டவையாகும். தொலைபேசி, தொலைக்காட்சி, தொலைவரித்துறைகளில் இவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பல்வேறு மக்கள், நாட்டவர்கள் ஒரே நேரத்தில் கலந்துரையாட

அச்சு ஒன்றிய வடங்கள் மிகவும் உதவி புரிகின்றன. விண்வெளித் தொடர்பியல் (space communications) நல்ல முன்னேற்றம் அடைந்த இக்காலத்திலும் இவ் வடங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. காண்க, தொலைபேசி இணைப்பு (telephone service), மூடிய சுற்றுவழித் தொலைக்காட்சி (closed circuit television).

க. அர. ப.

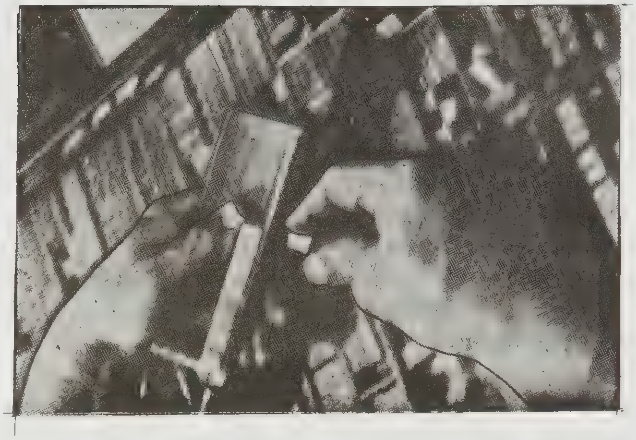
நூலோதி

1. **Albert, A. L.,** *"Electrical Communication"*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1950.
2. **Danielson, G. L., and walker, R. S.,** *"Radio and Line Transmission"* Iliffe Books Ltd., London, 1963.
3. **Kimbark, E. D.,** *"Electrical Transmission of Power and Signals"* John Wiley and sons, Inc., New York, 1949.

அச்சுக்கோத்தல்

அச்சிடுவதற்குத் தேவையான செய்திகளை எழுத்துக்கள், எண்கள், குறியீடுகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு அடுக்கும் செயல்முறைக்கு அச்சுக்கோத்தல் (composition of types) என்று பெயர். அச்சுக்கோத்தலைக் கையாலோ எந்திரத்தாலோ செய்யலாம். உலோக எழுத்துகளும் எழுத்துக் கட்டைகளும் (lugs) இதற்குப் பயன்படுகின்றன. ஒளிப்பட முறையால் அல்லது ஒளி மின்துகளியல் முறையால் படிமத்தை மீளாக்கம் செய்தும் அச்சுக்கோக்க வேண்டிய செய்திகளை உருவாக்குவதுண்டு.

கைம்முறை அச்சுக்கோப்பு (hand composing). தனித்தனி அறைகளாலான அச்சறைப் பெட்டிகளில் இருக்கும் வார்ப்பு எழுத்துகளை எடுத்துத் தனித்தனியே கையாண்டு அச்சுக்கோக்கும் கட்டையில் அடுக்கிச் செய்திகளை உருவாக்குவதே கையால் அச்சுக்கோத்தல் எனலாம். 1450இல் பல நூல்களை அச்சடித்த ஐரோப்பியரான ஜான் கூட்டன்பர்கு முதலில் கோக்கும் எழுத்துகளைக் கொண்டு அச்சுக்கோத்ததைப் போலவே பெரும்பாலான அச்சகங்களில் தற்காலத்திலும் கையாலேயே அச்சுக் கோக்கப்படுகின்றது (படம்1). ஒவ்வோர் அச்செழுத்தும், அச்சு வெளியும் (space) தனித்தனி உலோகத் துண்டுகளால் செய்யப்படுகின்றன. பிறகு அவை பல்வேறு அளவிலும் பாணிகளிலும் கோக்கப்படுகின்றன. கையால் கோக்கும் அச்செழுத்துகள் ஈயம், ஆன்டிமனி, வெள்ளீயம், செம்பு ஆகிய உலோகங்கள் அடங்கிய உலோகக் கலவையை வார்த்துச் செய்யப்படுகின்றன. கையால் அச்சக்கோக்கும் முறை இந்தியாவில் பேரளவில் பயன்பட்டாலும் முன்னேறிய நாடுகளில் குறைந்து வருகிறது.



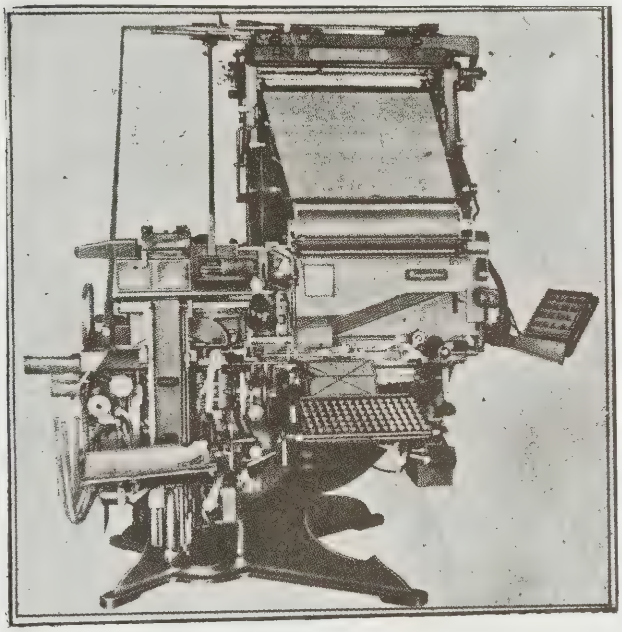
படம் 1. வணிக விளம்பர எழுத்தறைப் பெட்டி (job case). இதில் எழுத்து மூலங்கள் தெரியும்படி அறைகளில் அடுக்கப்பட்ட எழுத்துகள் கையால் எடுத்து அச்சுக்கோப்புக் கட்டையில் கோக்கப்படுகின்றன. (ரேன்ட் மைக்நல்லி கம்பெனி)

எந்திரமுறை அச்சுக்கோப்பு வளர்ந்த வண்ணம் இருந்தாலும், தலைப்பு வரிகளை அடுக்கவும், சிறப்புக் காட்சி அச்சடிப்பு வேலைகளுக்கும் கையாலேயே அச்சுக்கோப்பு செய்யப்படுகிறது. விளம்பரங்களில் தனித்தன்மை தேவைப்படுவதால் கையால் அச்சுக் கோக்கும் முறை பெரிதும் நீடித்த வண்ணமே இருக்கும். ஒளிக்கல்லச்சு வரைமுறையிலும் குடைவு அச்சுத் தகடுகள் செய்யவும் கை அச்சுக்கோப்பும் எந்திர அச்சுக்கோப்பும் எண்பிப்புப் படிவங்களைச் செய்யக் கலந்தே செய்யப்படுகின்றன.

அச்சு எழுத்தின் அளவைக் குறிப்பிடப் பயன்படும் அலகு, புள்ளி (point) எனப்படுகிறது. ஒரு புள்ளி என்பது 0.01384 அங்குலம் அல்லது $\frac{1}{72}$ அங்குலம் ஆகும். அச்சு எழுத்தின் அளவு நீளவாக்கில் அளக்கப்படும். செய்திகளைக் கோக்கும் அச்செழுத்தின் முகங்கள் (faces) 6 புள்ளி முதல் 12 அல்லது 14 புள்ளி வரை கிடைக்கின்றன. வணிக அல்லது விளம்பர அச்செழுத்துகள் 18 முதல் 96 புள்ளி வரை கிடைக்கின்றன. 288 புள்ளி அச்செழுத்துகளும் வணிக விளம்பரத்துக்குப் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. காண்க, அச்செழுத்துகள்.

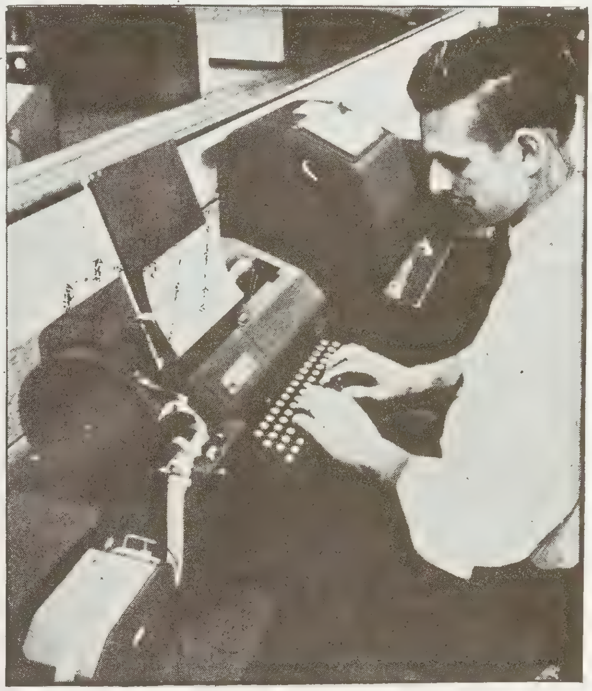
எந்திர முறை அச்சுக்கோப்பு (machine composing). கையால் அச்சுக்கோத்தலைத் தவிர்க்கப் பல்வேறு எந்திரங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் முதல் முதலில் உருவாக்கப்பட்ட எந்திரம் ஆங்கிலப்புதுமைப் புனைவாளரான வில்லியம் சர்ச் என்பவரால் 1822இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது பெரிதும் பெருமதிப்புடன் போற்றிப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்த எந்திரத்தில் ஒரு தேர்ந்தெடுப்புக் கருவியை முடுக்கியதும் அது செயல்பட்டு ஒவ்வோர் எழுத்தையும் எடுத்து அச்சுக் கோக்கும் கட்டையில் இயக்க முறையில் நகர்த்தி வைத்தது. இம்முறை ஏறத்தாழ 50 ஆண்டுகள் வரை பழக்கத்தில் இருந்தது. இதில் அச்சு. அச்சுக்கோப்பு அணி

கள் (matrices), அச்செழுத்துக்குப் பதிலாக அமையும் வரை எந்திர அச்சுக்கோப்பு ஆகியவை அவ்வளவு திறம் பட அமையவில்லை. 1878இல் ஆட்மர், மெர்கென் தாலர் என்பார் வரி அச்சு வகை (linotype) எந்தி ரத்தைக் கண்டுபிடித்தார். 1886 இல் எந்திரத்தால் அச்சுக் கோக்கப்பட்ட படிவங்கள் நியூயார்க் டிரிப்யூன் என்ற இதழை, சூலை 3 ஆம் நாள் அச்சிட்டதும் இம் முறை நாடு முழுவதிலும் ஒரு பெரும் புரட்சியை உரு வாக்கியது. 1912இல் இதையொத்த இடை அச் செழுத்து வகை எந்திரம் (Intertype machine) சந்தைக்கு வந்தது.



படம் 2. வரி அச்சு எந்திரம். இடை நிலை அச்சு எந்திரங்களும் வரி அச்சு எந்திரங்களும் தம் எந்திர அடிப்படைகளில் ஒப்புமை உடையவையே. இரண்டும் திண்வரிகளாகவோ கட்டைகளாக வோ அச்செழுத்துக்களைத் தருகின்றன. இவற்றில் பெரிய எழுத்துகளைக் கொண்டு தலைப்புகளையும் விளம்பரக் காட்சி எழுத்துகளையும் உருவாக்கலாம். சிறிய செய்தி களையும் அச்சடிக்கலாம்.

வரிஅச்சு, இடைஅச்சு எந்திரங்கள் (linotype and intertype machines). இந்த இருவகை எந்திரங்களின் கோட்பாடு அடிப்படையில் ஒன்றே. இரண்டு எந்தி ரங்களிலும் எழுத்துகளை வார்ப்பதற்கு ஏற்றபடி தொடர்ச்சியாக அமையும் இடைவெளிவிட்ட எழுத்து களை உருவாக்கத் தட்டச்சைப் போன்ற எழுத்துப் பலகைகள் (key boards) இருக்கும். அச்சுக்கோத்ததும் இந்த அச்சுவரி அணிகள் சூடான உலோகத் தொட் டிக்குள் விழச் செய்யப்படுகின்றன. இது அச்சிடுவதற்குத் தேவையான அச்சுக்கட்டைகளை வார்க்க மறுபடியும் பயன்படும். அச்சுக்கோக்கும் பொழுது அச்சுக்கோப்பு அணிகள் தாமாகவே உருவாக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப் படும் தேக்கக்குழாய்கள் வழியாக சூடான உலோகத் தொட்டிகளுக்கு வருகின்றன. அச்சுக்கோத்த எழுத் துகள் வார்க்கப்பட்டு அச்சுக் கட்டைகளாக வார்ப்பு எந்திரத்திலிருந்து வெளியேறும்போது அவை ஒரு உலோக முறத்தில் பெறப்படுகின்றன. பிறகு தக்க உலோகச் சட்டத்துள் வைத்து அச்சிடுவதற்கு வசதி யாக உள்ளபடி பூட்டப்படுகின்றன. செய்தியை அச் சடித்ததும் அச்சுக் கட்டைகள் மறுபடியும் பயன் படுத்துவதற்காக உருவாக்கப்படுகின்றன.



படம் 3. துளையிடும் அணி அருகில் அதை இயக்குபவர் அமர்ந்துள் ளார். அச்சுக்கோக்க வேண்டிய படியை இந்த எந்திரம் நாடாக்களில் துளைகளாக மாற்றுகிறது. இந்தத்துளையிட்ட நாடாவைத் தொலைமுறை அச்சுக்கோப்பு வரி வார்ப்பு எந் திரத்துள் செலுத்தினால் அந்த எந்திரம் தானாகவே செய்தி களை அச்சுக்கோத்து வார்க்கும்.

இந்த இருவகை எந்திரங்களும் நடைமுறையில் செய்தித் தாளின் ஒரு கலத்தில் (column) அமையும் 7 முதல் 8 வரிகளைக் கோக்கும். 12 முதல் 16 வரிகளைக் கோக்கும் எந்திரங்களும் தற்போது சந்தைக்கு வரு கின்றன. இந்த வரி அச்சுக்கோப்பைச் செய்யச் சில வரி அச்சுக் கோப்பாளர்களே போதும். அவர்கள் மணிக் கணக்கில் அயர்வின்றி இவ்வேலையைக் கவனிக்கலாம். வரி அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் இதற்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும். இது எழுத்துப் பலகையைச் செயல்படச் செய்து ஒரு தாளில் செய்திகளை அடிக்கும். இந்தத் தாளைத் தன்னியக்க அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்துக்குள் செலுத்தினால் அந்த எந்திரங்கள் நிமிடத்தில் 12 முதல் 15 வரிகளை அச்சுக்கோக்கின்றன (படம் 4). காண்க, தொலை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம்.

லூடுலோ. லூடுலோ அச்செழுத்து வரைவியால் அச்சுக்கட்டையை வார்க்கலாம். இதற்கும் வரி அச்சு இடை அச்சு எந்திரங்களுக்கும் உள்ள வேறுபாடாவது: இந்த எந்திரத்தில் அச்செழுத்துகளை வார்ப்பதற்கு முன் வார்க்கப்பட வேண்டிய எழுத்துகளும் இடைவெளிகளும் வெண்கல அச்சு அணிகளாகக் கையால் சிறப்புவகை அச்சுக்கட்டையில் கோக்கப்படுகின்றன. இந்த அணிகள் வார்ப்பு எந்திர அமைப்புக்குள் கொடுக்கப்படுகின்றன. எழுத்து அணிகள் வார்க்கப் பிரிக்கப்பட்டு அச்சறைப் பெட்டிக்குள் இடப்படுகின்றன.

எல்ராட். லூடுலோ எந்திரத்துடன் துணையாகப் பயன்படும் மற்றோர் எந்திரம் எல்ராட் ஆகும். இது அச்சுக் கோப்பதற்குத் துணையாகத் தேவைப்படும் குவாடுகள், ஓர அழகு வரைவுகள் (border), ஈயங்கள் (leads), இடைவெளி நிரப்புப் பொருள்கள் ஆகியவற்றை 1 முதல் 18 புள்ளிகள் அளவில் பட்டைபட்டையாக வார்க்க உதவுகின்றன.

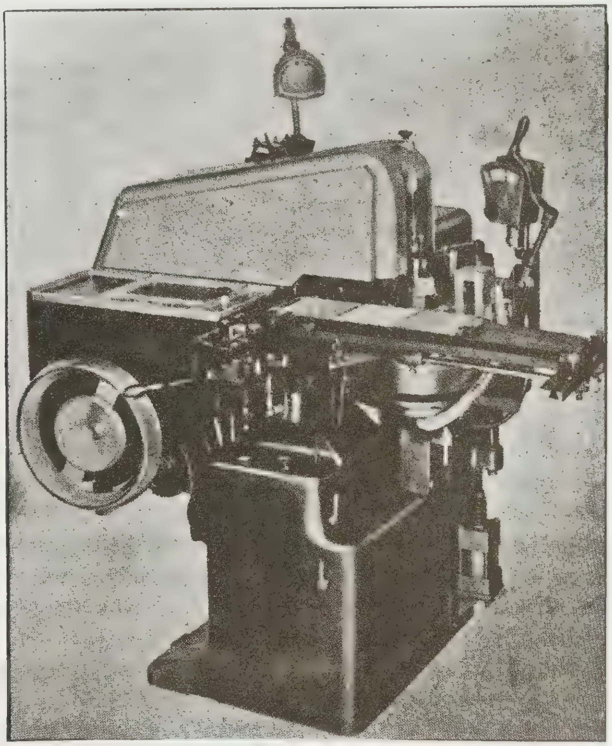
படம் 4. எழுத்துப்பலகை இல்லாத அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் சூடான உலோகத்தைக் கொண்டு உயர் வேகத்தில் அச்சு வரிகளை வார்த்தல். (ஹாரிஸ் இன்டர் டைப் கார்ப்பரேஷன்)

படம் 5. தனி அச்செழுத்துப் பலகை. இது சிறப்புவகை தாள் நாடாவில் துளைகள் மூலம் அச்சுச் செய்திகளை அடிக்கும். இதற்குத் தனித்தன்மை இயக்க (monomatic) எழுத்துப் பலகை என்று பெயர் உண்டு.

பட்டதும் இந்த வெண்கல எழுத்து அணிகள் தனித்தனி எழுத்துகளாகவும், இடைவெளிகளாகவும் கையால்

தனி அச்செழுத்து எந்திரம் (monotype). டோல் பெர்ட் என்பவரால் 1887இல் தனி அச்செழுத்தைக்

கோக்கும் எந்திரம் புதிதாகப் புனையப்பட்டது. முன்னரே தீர்மானித்த நீளவரிகளில் தக்க இடைவெளி விட்டுத் தனித்தனி எழுத்துகளை வார்க்க இந்த எந்திரம் உதவுகிறது. இந்த எந்திரத்தில் இரண்டு துணை எந்திரங்கள் உள்ளன. ஒன்று எழுத்துப் பொறி; மற்றொன்று வார்ப்பு எந்திரம். எழுத்துப் பொறி ஒரு தாளில் துளைகளை இடுகிறது. இந்தத் தாளை நாடா என அழைப்பர் (படம். 5).



படம் 6. தனி அச்செழுத்து தனி அச்சணி வார்ப்பு எந்திரம் (Mono type monomatrix caster). ஒரு தாள் நாடாவிலிருந்து இந்த எந்திரம் தானாகவே எழுத்து வார்க்கும். தனித்தனி எழுத்துகளை வார்த்து முன் தீர்மானித்த நீளத்தில் தக்க இடைவெளியுடன் அச்சுவரிகளை இது உருவாக்கும்.

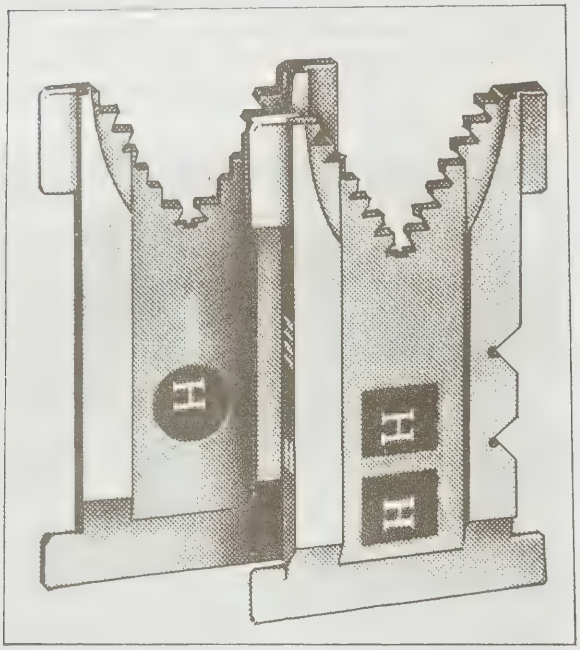
இந்த நாடா எழுதும் பொறியிலிருந்து வெளியேறியதும் வார்ப்பு எந்திரத்துக்குள் ஊட்டப்படும் (படம். 6). அமுக்கிய காற்று, துளைகள் வழியாக ஊடுருவிச் சென்று வார்ப்பு எந்திரத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இந்தக் காற்று 225 வகை எழுத்துகள் அமைந்த அச்சு மேசைகளை நான்கு திசைகளில் ஏதாவது ஒரு திசையில் இயக்கி வார்ப்பச்சின் வாயில் தேவையான எழுத்து அமரும்படி செய்கிறது. உடனடியாக உருகிய உலோகம் இந்த வார்ப்பச்சிற்கு எக்கிகள் மூலம் அனுப்பப்படுகிறது. ஓர் எழுத்தை வார்த்ததும் இந்த எந்திர அமைப்பு அடுத்த எழுத்தை வார்க்கத் தொடங்கும். ஒவ்வோர் எழுத்தும் அருகருகாக அடுக்கப்படும். குறிப்பிட்ட வரி முடிந்ததும் இந்த வரி முழுவதும் வெளியேற்றப்பட்டு ஒரு நீளமான திறந்த அச்சு முறத்துக்குள் (galley) வைக்கப்படும் (படம். 7). ஒரு நிமிடத்தில் இந்த எந்திரம் 160 முதல் 200 எழுத்துகளை வார்த்துக் கோக்கும். இது எழுத்து அணிகளின் அளவைப் பொறுத்தது. 4 முதல் 18 புள்ளி வரை இந்த எந்திரத்தில் அச்சுக் கோக்கலாம். 10 அங்குல நீள வரிகளை இந்த எந்திரத்தில் அச்சுக் கோக்க முடியும். இந்த எந்திரத்தில் ஈயங்கள், அச்சுக்கட்டைகள், கோடுகள், தேவைப்பட்டால் 36 புள்ளி அளவு வரை வணிக விளம்பர எழுத்துகள் வார்க்கப்படுகின்றன. இதில் 14 முதல் 72 புள்ளிகள் வரை வணிக விளம்பர எழுத்துகள் வார்க்கப்படுகின்றன. இதில் 14 முதல் 72 புள்ளிகள் வரை வணிக விளம்பர எழுத்துகளைக் கோக்கும் தனி எழுத்து அச்சு எந்திரங்களும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

படம் 7. தனி எழுத்து அச்சு அணிப்பெட்டி (Monotype Matrix Case). இந்த அச்சு அணிப்பெட்டியில் ஒவ்வோர் எழுத்துக்குமான 225 அணிகள் இருக்கும். இதிலிருந்து தேவையான ஒவ்வோர் எழுத்தும் தனித்தனியாக வார்க்கப்படும். (ரேன்ட் மெக்நல்லி கம்பெனி).

ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு (photo setting). பல ஆண்டுகளாக ஒளிப்பட முறையால் அச்சுக்கோத்தல் தொடர்பான சோதனைகள் செய்யப்பட்ட போதிலும் 1949 வரை இம்முறை வெற்றிகரமாக வணிகப் பழக்கத்திற்கு வரவில்லை. 1949ஆம் ஆண்டு இன்டர் டைப் கம்பெனி போட்டோசெட்டர் என்ற ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்தை அறிமுகப் படுத்தியது.

ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம். தற்போதைய ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரங்கள் புறத்தோற்றத்தில் பெரிதும் வேறுபட்டிருந்தாலும் தொடக்க காலத்து எந்திரங்களைப் போலவே படிமங்களைச் சூடான உலோகங்களைக் கொண்டு வரிஅச்சு முறையில் அச்சுக்கோக்கும் எந்திரங்களை ஒத்தே அமைந்துள்ளன. அச்சணிகள் அல்லது துளை

(பொறிப்பு) எழுத்துகளுக்குப் பதிலாக ஒளிப்பட நகல் இருக்கும் (படம் 8). ஓர் ஒளிப்படக் கருவியால் இதைத் தொடர்ந்து ஒளிப்படம் பிடித்து இறுதியாக எதிர்ப்படலத்தில் அல்லது இயல் படலத்தில் முழுவரிகள் உருவாக்கப்படும்.



படம் 8. ஒளி அச்சுக்கோப்புத் தொகுதிகள் (photosetter mats)

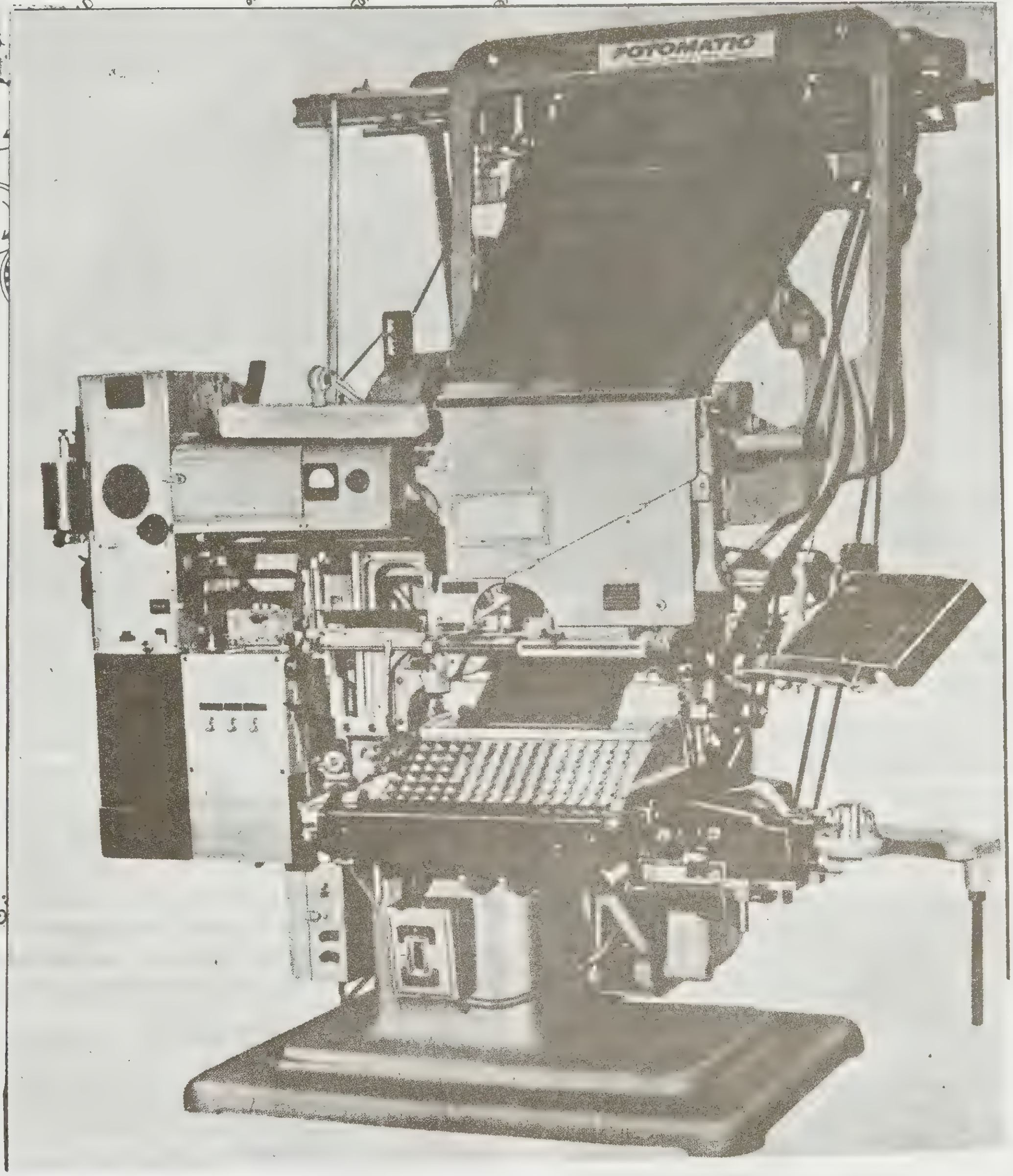
இந்த எந்திரம் ஒளிப்பட முறையால் திட்டமிட்டபடி இடைவெளிவிட்டு அச்சுவெளிகளைக் கோத்து அந்த வரிகளை ஒளிப்படத்தாளில் அல்லது படலத்தில் தோன்றச் செய்யும். அச்செழுத்தின் அளவுகள் 4 முதல் 36 புள்ளி வரையிலும்,வரி நீளங்கள் 42 பைக்கா (pica) அளவிலும் அமையும். அச்சுக்கோப்பு செய்வதைத் தொடர்ந்த எழுத்துகளிலோ சில சிறப்புநிலை அமைப்பு களிலோ அட்டவணைப் படுத்திக் கோடுகள் இட்டோ இடைவெளி அமைத்தோ செய்வதற்குத் தேவைப்படும் வடிவமைப்புகள் இந்த எந்திரத்தில் உள்ளன (படம். 9).

இந்த எந்திரம் உருவாக்கும் படலத்தை அல்புமின் அல்லது ஆழ்பொறிப்புத் தட்டுகளுக்கு மாற்றலாம். இந்தத் தட்டுகள் மறுதோன்றிக்கல்லச்சு முறையில் அச்சடிக்க உதவும். இந்தப் படலங்களைக் கொண்டு தனி எழுத்துப் பதிவு முறையில் அச்சிடுவதற்கு வேண்டிய பொறிப்புகளையோ குடைவு தட்டுகளையோ உருளைகளையோ உருவாக்கலாம். இவற்றிலிருந்து திரை அச்சு முறைக்கேற்ற உலோக துளைப்புத்தகடுகளையும் உருவாக்கலாம். (படம். 10)

ஒளித்துகள் (photon). சுழல் அச்சணி எந்திரத்தைக் காட்டிலும் முற்றிலும் வேறுபட்ட ஒளித்துகள் எந்திரங்கள் தற்போது உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த எந்திரத்தில் ஒரு ஒத்திணக்க வேகம் உடைய ஒளித்தெறிப்பு விளக்கு அமைந்திருக்கும். இது தேவைப்பட்ட எழுத்துகளைத் தேர்ந்தெடுத்துச் சுழலும் அச்சை வட்டின்மேல் அமைந்த படலத்தில் மீளாக்கம் செய்யும். இந்த எழுத்துகளைத் தக்க வில்லைகள் மூலம் ஓர் ஒளிப்படலம் அல்லது தாளில் விழச்செய்யலாம். ஒரே எழுத்துப் பொறியில் இந்த எந்திரம் 17, 280 எழுத்துகளைக் கையாளும். இதில் பயன்படும் அச்சணி வட்டில் எடை குறைந்தது. அச்சுக்கோப்பு வேகம் நொடிக்கு 8 முதல் 10 எழுத்துகளாக இருக்கும். வரியின் நீளம் 54 பைக்கா வரையில் அமையும். அச்செழுத்தின் அளவுகள் 72 புள்ளி வரையில் இருக்கும். மின்தட்டச்சு எழுத்துப்பொறியில் ஓர் எழுத்தில் பன்னிரண்டு அளவுகளை மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளலாம். இம்மாற்றத்தை 72 புள்ளி அளவு வரை நிகழ்த்தலாம் (படம். 11).

தனி எழுத்து ஒளிப்பட எந்திரம். தனி எழுத்து ஒளிப்பட எந்திரம் தனி எழுத்து அச்சு எந்திர எழுத்துப் பொறியில் உருவாக்கப்பட்டுத் துளையிடப்பட்ட தாள் நாடாவால் இயக்கப்படுகிறது. இந்த நாடா காற்றுத் துளைகள் வழியாகப் பாயும்போது ஒரு தலைமை எதிர்ப் படத்தை (negative) 255 இருப்புகளில் ஏதாவது ஒன்றில் கொண்டு வந்து நிறுத்தும். அச்சறைப் பெட்டிக்குச் சமமான ஒளிப்படப் பெட்டிக்கு இந்தத் தலைமை எதிர்ப்படத்தை ஒப்பிடலாம். நாடா தானாக இயங்கும் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. (படம். 12)

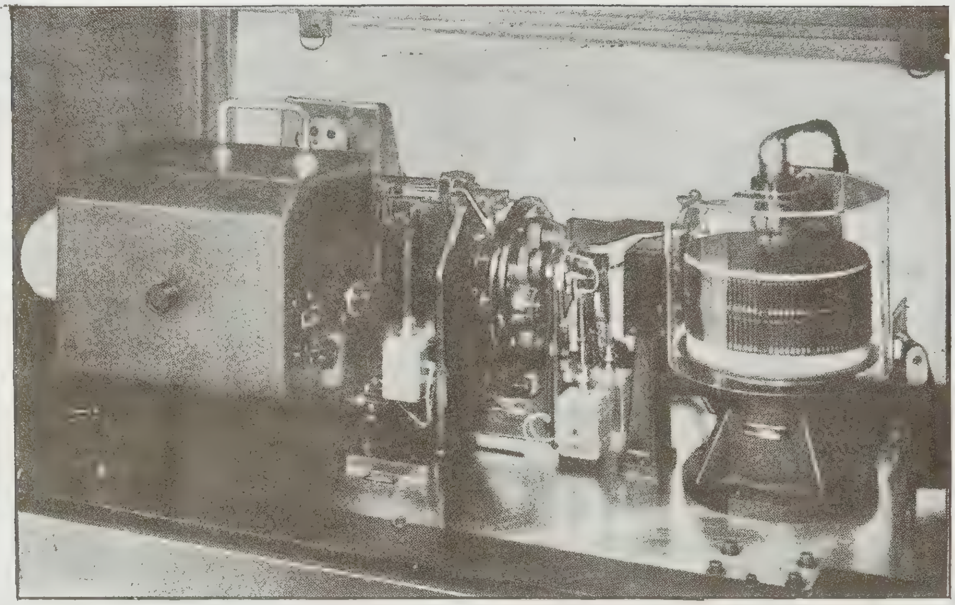
வரி அச்சுப்படல எந்திரம் (lino film). மொர்கந்தலர் லைனோ டைப் கம்பெனி வரிஅச்சுப்படல எந்திரம் என அழைக்கப்படும் ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்தை உருவாக்கியுள்ளது. இந்த அமைப்பில் நான்கு ஒருங்கிணைந்த உள்ளுறுப்புகள் உள்ளன. எழுத்துப்பொறி, ஒளிப்பட அணி, திருத்தி, அச்சுக் கோப்பி என்பனவே அவை. எழுத்துப்பொறி என்பது இயல்பான தட்டச்சப்பொறி. இதில்ஈயக்கட்டை இடைவெளியை அமைக்கவும், சொற்கள், வரிகள் ஆகியவற்றுக்கிடையிலுள்ள இடைவெளியை அமைக்கவும் ஒட்டுமொத்த அமைப்பை மையத்துக்குக் கொண்டு வரவும், தக்கபடி அழகுபடுத்தவும் ஆன செயல்முறைகளைச் செய்வதற்கேற்பச் சிறப்பு வசதிகள் அமைந்திருக்கும். 6 முதல் 36 புள்ளி வரையிலான 18 ஃபாண்ட் (Fount) அளவு எழுத்துகளை இந்த எழுத்துப்பொறி கையாளும். இதில் துளையிட்ட தாள், நாடாச் செய்தியைத் துளைகள் மூலம் தன்னியக்க முறையில் பெற்று அதை ஒளிப்பட அணிக்கு ஊட்டும். இந்த ஒளிப்பட அணி பல எழுத்துப்பொறிகளின் நாடா வெளியீடுகளைக் கையாள வல்லது. இது ஒளிப்படப் படலத்தில் அல்லது தாளில் நேரமைப்பு அச்செழுத்துகளை



படம் 9. இடைநிலை எழுத்து ஒளிமுறைத் தன்னியக்க அச்சுக்கோப்பு எந்திரம். (Intertype photomatic type setting machine).

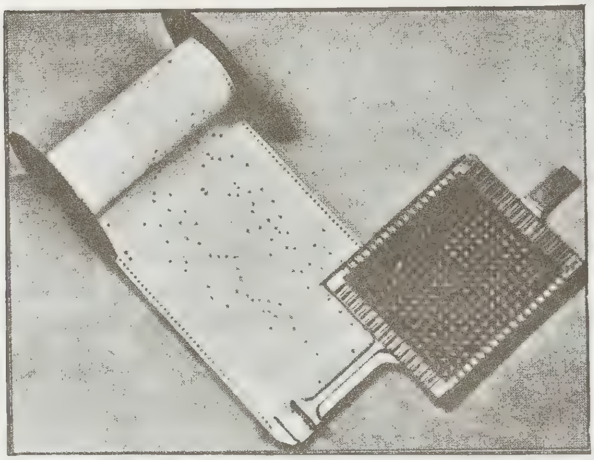
உருவாக்கும். இது நாடாவிலிருந்து கிடைக்கும் குறிப்பலைகளுக்கேற்ப ஃபான்ட், புள்ளி அளவு, ஈயக் கட்டை, அளவு, வரிநீளம் ஆகியவற்றைத் தானாகவே மாற்றும். ஒரு நிமிடத்துக்கு 16 செய்தித்தாளின் செய்தி வரிகளை உருவாக்கும் வேகத்தில் இயங்குகிறது. 42 பைக்கா அளவு வரிநீளங்களை இதில் உருவாக்க முடியும். வரிப்படலத்தைத் திருத்தி, திருத்தப்பட்ட வரிகளில் திருத்தங்களைத் தானாகவே செய்யும். அச்சுக்கோப்பு அணி சரியான பக்கத்தை அச்சுக்கோத்து அதன் அளவை மாற்ற வல்லது. பக்கத்திலுள்ள செய்திக்கேற்ப அச்செழுத்துகளின் அளவுகளை இது தானே தீர்மானம் செய்யும். கலைப்படங்களோ அரைவரிப் படங்களோ அமையவேண்டிய இடங்களுக்கு இது சாளரங்களை (Windows) உருவாக்கும் (படம். 13)

அமெரிக்க வகை வார்ப்பு அச்சு எந்திரம். அமெரிக்க வகை வார்ப்பு அச்சு எந்திரம் படலத்தில் அச்சுக்கோக்கும் எந்திரமாகும். இதில் இரண்டு நடமாடும் எந்திரங்கள் உள்ளன. எழுத்துப்பொறி அணி, ஒளிப்பட அணி என்பனவே அவை. எழுத்துப்பொறியிலிருந்து தட்டச்சிட்ட எண்பிப்பு நகலைப் பெறலாம். அதன் மூலம் புது மொழி துளையிடப்பட்டுள்ள நாடாவைப் பெறலாம். இந்த நாடா ஒளிப்பட அணியைத் தானே இயக்கும். இது 5 முதல் 16 புள்ளி அளவுள்ள $7\frac{1}{2}$ அங்குல நீள எழுத்துகளையும் வரிகளையும் தரும்.



படம் 10. ஃபோட்டான் என்ற எந்திரத்தில் உள்ளே வலதுபுறமாக உள்ள அணி உருள் கலனில் படல எதிர்நகல் வடிவத்தில் இரண்டு வரிசை தொண்டங்களில் 720 எழுத்துகள் உள்ளன. சுழலும் உருள் கலனில் நடுவில் ஒளி வீச்சை எழுத்துகளின் மேல் செலுத்தினால் படிமங்கள் வில்லைகள் வழியாக இடதுபுறம் உள்ள படல உருளையில் அமையும்

இது பாடநூலை அச்சுக்கோக்க ஏற்றது. இதிலிருந்து மறுதோன்றி (Offset) அச்சு முறையில் நேரடியாக அச்சடிக்க உதவும் படலத்தில் அச்செழுத்துகளை உருவாக்க உதவும். குடைவு முறை அச்சுத்தகடுகளை உருவாக்கவும் இது பயன்படும்.



படம் 11. தனி எழுத்து ஒளிப்பட அமைப்பு (Mono photo). தனி எழுத்து ஒளிப்பட அமைப்பும் தலையாய உறுப்புகளான எதிர் நகல் அணிப்பெட்டியும் அதை இயக்கும் செந்தரத் துளை யிட்ட தாள் நாடாவும்.

சிறு காட்சி எந்திரங்கள் (Small display machines). பல சிறிய மேசை எந்திரங்கள் அச்சுக்கோப்பின் தலைமை எதிர்ப்படலத்திலிருந்து ஒரு தாள் அல்லது தாள் உருளையில் அச்சுக்கோப்பைப் படிக்கும் வகையில் தருகின்றன. ஒளிப்பட முறை எழுத்தமைப்பு எந்திரங்கள் அச்சுக்கோக்கவும் அச்சுவரிகளைத் தக்கபடி இடைவெளிவிட்டு அமைக்கவும் பல்வேறு அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. சில எந்திரங்கள் மிகவும் துல்லியமானவை. சில எந்திரங்களிலோ தேவையான விளைவை ஏற்படுத்தத்திறம்பட்ட பணியாளர்தேவைப் படுவர். ஒளிப்பட முறையால் அச்சுக்கோத்தலை முன்னமே அச்சிடப்பட்ட எழுத்துகளைப் பசையால் ஒட்டிச் செய்யலாம். இதற்குக் கை அச்சுக்கோப்புமுறையில் அச்சுக்கோப்பு செய்ய வேண்டும் (படம் 14).

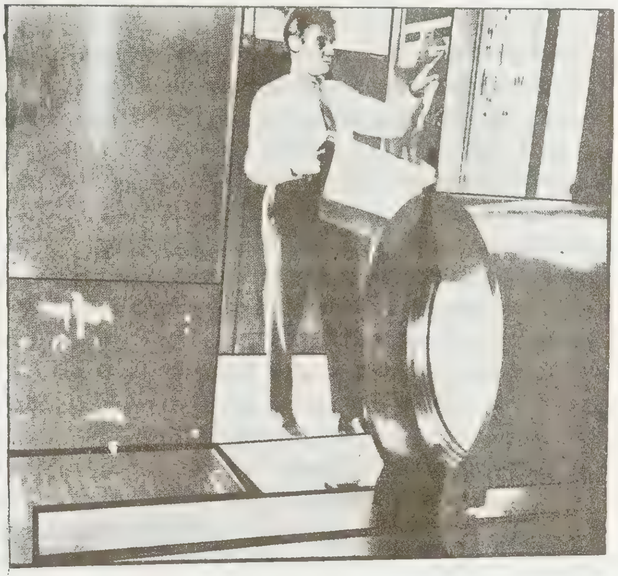
தக்க இடைவெளித் தட்டச்சு எந்திரங்கள் (justifying typewriters). மறுதோன்றிக் கல்லச்சுமுறையில் (Offset Lithography) அச்சடிக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படும்போது, அச்சுக்கோக்க வேண்டிய செய்திகளைத் தட்டச்சடிக்கப் பல்வேறுவகைச் சிறப்புச் செந்தரத் (standard) தட்டச்சுப் பொறிகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் சில தாமே தக்க இடைவெளி உடைய எழுத்துகளாலான வரிகளை உருவாக்க வல்லன. சிலவற்றில் ஓரம் மட்டும் ஒழுங்கற்று அமைவதும் உண்டு. தக்க இடைவெளிவிட்ட வரிகளைத் தட்டச்சடிக்கும் எந்திரங்களில் இரு தடவைகளில் தட்டச்சு அடிப்புகள் நிகழும். ஏனென்றால் முதல் தடவையில் வரிகளைத் தட்டச்சு அடித்து முடித்தாலொழிய சொற்களுக்கு இடையில் அமையவேண்டிய சரியான இடைவெளியை முழுமையாகத் தீர்மானிக்க முடியாது.

வேரிடைப்பர் கார்ப்பரேஷன் என்ற நிறுவனம் தயாரிக்கும் தட்டச்சுப் பொறிகளில் ஒரு சிறிய அரைவட்டத் துண்டைச் செருகிவிட்டால் அல்லது எடுத்துவிட்டால் எழுத்தின் முக அளவுகள் மாறுகின்றன. அனைத்துலக வணிக எந்திர நிறுவனத்தின் (IBM) காந்த நாடா

படம் 12. காந்த நாடா தெரிவு மின்அச்சுக்கோப்பு எந்திரம். இது தானாகவே பல்வகை அச்செழுத்து வடிவங்களையும் அளவுகளையும் அமைக்கிறது. இந்த எந்திரம் எல்லா எந்திர வேலைகளையும், சொற்களையும், எண்களையும், காந்த நாடா மூலம் பதிவு செய்து கொள்ளும். பிறகு நொடிக்கு 14 எழுத்துகள் வேகத்தில் அவற்றை அச்சிட வல்லது. பதிவுக் கருவியின் மூலம் நாடா உருவாக்கப்பட்ட படிப்பு அணிக்குள் வைக்கப்படும். படிப்பு அணி இயக்குநரின் இடதுபுறமும், பதிப்புக்கருவி பின்புறமும் உள்ளன. (IBM கார்ப்பரேஷன்).

படம் 13. ஒலி செய்தியமைப்பு. இது செய்தியை நொடிக்கு 50000 எழுத்துகள் வீதம் செலுத்தவல்லது (அமெரிக்கன் டெலிபோன் அண்ட் டெலிகிராப் கம்பெனி).

தெரிவு மின்அச்சுக்கோப்பி (MT/SC) தானாகவே ஓர் ஒளிப்படக் கருவி மூலம் நேரடிப்பதிவு நகலைஒரு நிமிடத்திற்கு 45 சொற்கள் வேகத்தில் தயாரிக்கும். இந்தச் சாதனத்தில் 6 புள்ளி முதல் 12 புள்ளி வரையிலான அளவுகளும் 80 வெவ்வேறு எழுத்து வடிவங்களும்



படம் 14. மின்துகளியல் ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம். வலதுபுறமுள்ள எதிர்முனைக் கதிர்க்குழல் ஒளிப்படம் எடுக்கவேண்டிய அச்செழுத்துகளைக் காட்டுகிறது. இந்த எழுத்துகள் கட்டுப்பாட்டு அணியிலிருந்து வரும் கட்டளைகளால் உருவாக்கப்படுகின்றன. திறந்த கட்டுப்பாட்டுப் பலகையில் இந்தக் கட்டுப்பாட்டு அணியைப் பார்க்கலாம்.

மாற்றத்தக்க அளவு அச்சு ஃபான்டுகள் (Founts) உள்ளன. படம் 12 இல் உள்ள மாற்றப்பட்ட காந்த நாடா தெரிவு மின் தட்டச்சுப் பொறியில் உள்ள எழுத்துப் பலகை மூலம் இந்தக் காந்த நாடா தெரிவு மின்அச்சுக் கோப்பிக்குச் செய்தி தரப்படுகிறது. இந்த அணிக்குள் ஒரு திண்மநிலை அளவை நினைவகமும், இரு நிலையக் காந்த நாடா வடிப்பிகளும், வெளியீட்டைத் தருவதற்கான மாற்றப்பட்ட IBM தெரிவுமின் அச்சுக்கோப்பியும் உள்ளன. தக்க இடைவெளி விட்டு எழுதும் அமைப்பில் (Justowriter system) மனிதரைக் கொண்டுதான் தட்டச்சடிக்க முடியும். இதில் அதற்காக இரண்டு அணிகள் அமைந்துள்ளன. முதல் அணியில் தட்டச்சடிக்க வேண்டிய செய்தி தட்டச்சடிக்கும் போது அதே நேரத்தில் ஒரு நாடாவைத் துளையிடுகிறது. இந்த நாடாவில் சொற்களுக்கிடையில் அமைய வேண்டிய தக்க இடைவெளி குறிப்பிடப்படுகிறது. இரண்டாவது அணி, நாடாவிலுள்ள இடைவெளி பற்றிய குறிப்புகளைப் பயன்படுத்தித் தானாகவே தக்க இடைவெளிகளுடன் எல்லா வரிகளையும் தட்டச்சடிக்கும்.

இந்தத் தட்டச்சுகளிலிருந்து பெறும் செய்திகள் நேரடியாக எதிர்நகல் எடுக்கப்படுகின்றன. இந்தச்செய்தி

களுடன், தேவைப்பட்டால், அரைவரி நகல்களையும் பிற கோட்டு எதிர்நகல்களையும் இணைக்கலாம். இவற்றிலிருந்து அச்சடிக்கத் தேவையான தனி எழுத்துப்பதிவு அடிப்புமுறைத் தகடுகளையோ மறுதோன்றிக்கல்லச்சு முறைத் தகடுகளையோ குடைவு முறைத் தகடுகளையோ செய்து அச்சடிக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

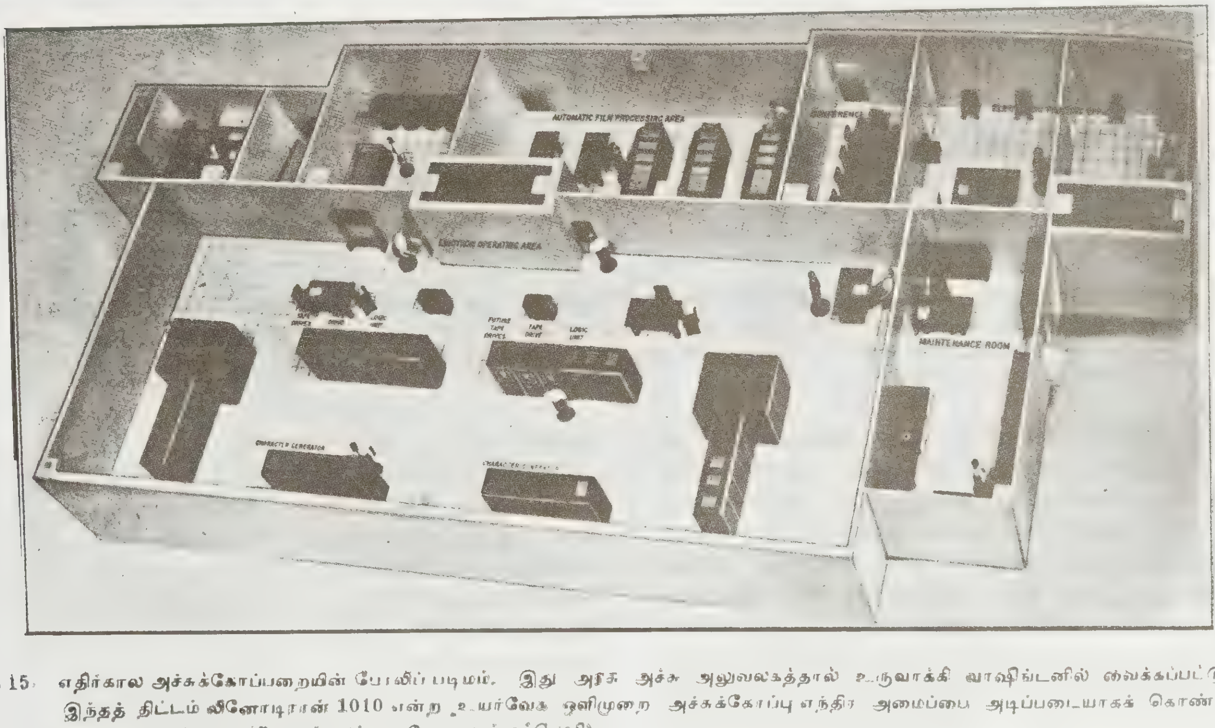
கணிப்பொறியால் அச்சுக்கோத்தல் (Computerised Type Setting). *1960*-க்குப் பிறகு கணிப்பொறியையும் செய்தி நிகழ்த்தல் தொழில் நுட்பங்களையும் பயன்படுத்திச் செய்தித் தாள் வெளியீட்டில் அச்சுக்கோப்பு நிகழ்த்தப்படுகிறது. இந்த வளர்ச்சிக்கு இரு கூறுபாடுகள் உதவின. அவையாவன: *1*. கணிப்பொறி வழி திட்டமிடலின் விலை மலிவு. *2*. உள் தருகை (input), வெளியீடு (output) ஆகியவற்றின் செலுத்தம் வேகம் அடைந்தது. கணிப்பொறிவழியில் அச்சுக்கோக்கும்போது முழு அகாரதியும், பிற தேவைப்பட்ட உறுப்புகளும் நினைவகங்களில் தேக்கப்பட வேண்டும். இந்தச் செய்திகள் எழுத்தின் அளவைத் தேர்ந்தெடுத்தல், எழுத்தின் முகத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தல், பெரிய எழுத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தல், சொற்களைப் பிரித்தல், சொற்களைத் திருத்துதல், இடைவெளி விடல், வரி இடைவெளியைச் சரிப்படுத்தல், பயன்படும் இடத்திற்கு எல்லாச் செய்திகளையும் கொண்டு சென்று தரல் ஆகிய எல்லாச் செயல் முறைகளையும் நிகழ்த்தும் அமைப்புகளுடன் இணைக்கப்படுகின்றன.

1971 இல் வால் ஸ்ட்ரீட் சுழலிதழ் பயன்படுத்திய அமைப்பே படம் *13* இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் உள்தருகை/வெளியீடு அணியும், கணிப்பொறி வழி திட்டமிடலும் (Computer program), ஒளியியல் எழுத்துப் படிப்பியும், ஒலிச்செய்தி அமைப்பும், செய்திக் கோப்புச் செலுத்தமைப்பும் உள்ளன. எல்லாச் செய்திகளும் இந்த இதழின் கணிப்பொறிக்குள் முதலில் ஊட்டப்படுகின்றன. அவை கணிப்பொறியின் மூலம் அச்சுக்கோக்கப்பட, இடைவெளிகளும் குறிகளும் இடப்பட்டுத் தக்க வரி அமைப்புடன் செய்திகளை வெளியிடுகின்றன. இதிலுள்ள செய்திகள் அச்சடிப்புத் தொழிலகங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டு அச்செய்திகள் துளையிட்ட நாடாக்கள் அல்லது அட்டைகளாக மாற்றப்படுகின்றன. பிறகு இந்த அட்டைகள் வரி அச்சுவார்ப்பு அல்லது ஒளிப்பட அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்தை இயக்கும். காண்க, தகவல் செய்தித் தொடர்பு அமைப்புகள்.

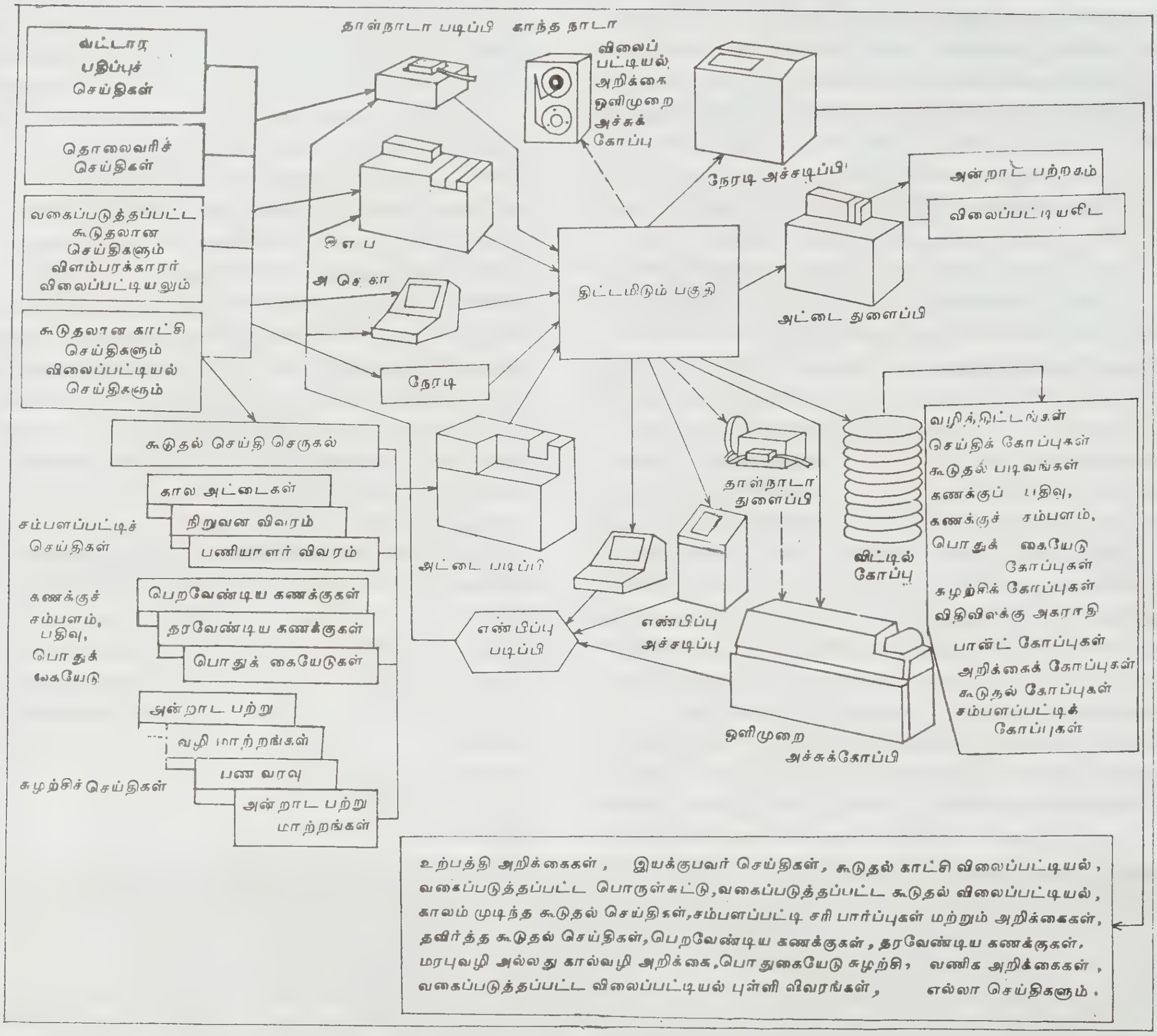
மின்துகளியல் முறை எழுத்தாக்கம் (Electronic character generation). கணிப்பொறியின் வேகத்திற்கு ஈடுகொடுக்கும் அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் மின்துகளியல் வேகத்தில் இயங்க வேண்டும். தற்காலத்தே இது போன்ற அச்சுக்கோப்பு எந்திரங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த எந்திரங்களில் தட்டச்சு அடித்த எழுத்துகள் மின்துகளியல் கற்றையை மின்காந்த இயலாக விலகச் செய்தலைச் சார்ந்தே இயங்குகின்றன. காண்க, மின்துகளியல் எழுதும்முறை (Electronic writing).

ஜெனரல் டைனமிக்ஸ் கார்ப்பரேஷனின் ஒரு பிரிவான ஸ்ட்ராங்பெர்கு கார்சல் சன் பிரிவு முதன்முறையாக "வரிசை *4000* செய்தி பரப்பி" என்ற முதல் வணிக எந்திரத்தை உருவாக்கியது. இந்தக் கருவி ஓர் எதிர்முனைக்கதிர்க் குழலின் திரையில் தனிப்பதிப்பு முறையால் (Monoscope method) எழுத்தை உருவாக்குகிறது. தனிப்பதிப்பி என்பது எழுத்துகளும் குறியீடுகளும் அடங்கிய ஒரு வலை ஆகும். இந்த வலை எதிர்முனைக் கதிர்க் குழலின் கழுத்தில் அமைந்திருக்கும். கணிப்பொறி மின்துகளியல் கற்றையை வலையில் உள்ள குறியீட்டின் இருப்பிற்கு விலக்கினால் தக்க குறியீடு தேர்ந்தெடுக்கப்படும். வலை வழியாகக் கற்றை கடந்தும் மேலும் அந்தக் கற்றை விலக்கப்படும்போது இந்தக் குறியீடு எதிர்முனை கதிர்க்குழலின் திரையில் எழுதப்படும். எதிர்முனைக் கதிர்க்குழல் சார்ந்த அச்சுக்கோப்பு எந்திரங்கள் மூலம் மிக அதிகமான அச்சுக்கோப்பு வேகங்களை அடையலாம். ஒரு நொடியில் இந்த எந்திரம் மூன்று $8\frac{1}{2} \times 11$ அங்குலப் பக்கங்களை அச்சுக்கோக்கிறது. இந்தக் கருவி அறிவியல், பொறியியல் பயன்பாடுகளுக்காகத் தனியாக வடிவமைக்கப்பட்டாலும், எழுத்தை அச்சுக்கோக்க முதன்முதலில் பயன்படுத்திய எதிர்முனைக் கதிர்க்குழல் அமைப்பு இதுவேயாகும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் அரசு அச்சடிப்பு அலுவலகம் தனது பயன்பாட்டுக்காக மின்துகளியல் எழுத்து உருவாக்க எந்திரம் ஒன்றை ஆராய்ச்சி செய்து உருவாக்கியது. மெர்காந்தலர் லைனோடைப் கம்பெனியும், லினோட்டிரான் *1010* என்ற அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்தை உருவாக்கியது. இந்த லினோட்டிரான் கருவி இருவிதத் தொழில்நுட்பங்களை இணைத்து உருவாக்கப்பட்டதாகும். இதில் ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பும் எதிர்முனைக் கதிர்க்குழலும் உள்ளன. கணிப்பொறி தேர்ந்தெடுத்த அச்சடிக்க வேண்டிய செய்தி ஒரு சுழலும் வட்டிலிருந்து ஒத்திணக்க வேக ஒளிமூலம் எழுத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கிறது. பிறகு இந்த எழுத்து ஒரு காட்சிவழிப்படக்கருவியால் படிக்கப்படுகிறது. இந்தக் கருவி இந்தச் செய்திகளைச் செலுத்தி மின்துகளியல் கற்றையை விலகச்செய்து எழுத்தை எதிர்முனைக் கதிர்க்குழலின் திரையில் தக்க இருப்பில் எழுதுகிறது. இந்த எழுத்தின் படிமம் எதிர் அல்லது இயல்பு நகலாகப் படம்பிடிக்கப்படுகிறது. செய்தித்தாள் அச்சுக்கோப்பதற்காக மெர்காந்தலர் நிறுவனம் லினோட்டிரான் *505* என்ற அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்தையும் கண்டுபிடித்துள்ளது. அமெரிக்க வானொலிக் கூட்டிணையம் (Radio Corporation of America) வேறொரு முறையில் காட்சி அச்சுக்கோப்பு மின்துகளியல் எழுத்து ஆக்கியையையும் சார்புள்ள கணிப்பொறி அமைப்புகளையும், வழித்திட்டங்களையும் உருவாக்கி வளர்த்துள்ளது. இந்த அமைப்பில் எழுத்தை எழுதுவதற்கான கட்டளைகள் கணிப்பொறிச் செய்தி விவர வங்கிக்குள் இருக்கும். இந்த எந்திரத்துக்குள் செலுத்தும் உள்தருகை, செய்தி விவர வங்கிக்குள் (data bank)

உள்ள எழுத்துகளைக் கண்டுபிடிக்க வல்ல குறிப் பலைகளின் வடிவத்தில் இருக்கும். கணிப்பொறி யிலிருந்து வெளியேறும் வெளியீடுஒரு தேக்க அணியைச் செயல்படச் செய்யும் கட்டளையாகும். இந்த இடை நில்லத்தேக்க அணி எதிர்முனைக் கதிர்க்குழலின் திரை யில் எழுத்தின் இருப்பைக் கண்டறியவும் எழுதவுமான இயக்க ஆற்றலையும் விலக்கும் மின்னழுத்தங்களையும் தரும். இந்தத் திரையில் இருந்து செய்திகள் ஒளிப்படக் கருவியால் படம் பிடிக்கப்படுகின்றன. இந்த அமைப்பு செய்தி இதழ், செய்தித்தாள், பாடநூல் ஆகியவற்றை அச்சுக்கோக்க உதவும். இன்டர்டைப் ஃபோட்டோட் டிரானிக் நிறுவனம் கண்டறிந்த எதிர்முனைக் கதிர்க் குழல் அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் மூன்றாவது தலைமுறை யைச் சேர்ந்த உயர்வேக மின்துகளியல் ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரமாகும். ஓர் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழல் காட்சி அமைப்பையும் (Display device), காந்த நாடா உள்தருகையையும் பயன்படுத்தி, இந்தக் கருவி செய்தித் தாள்கள், செய்தி இதழ்கள், அகராதிகள், களஞ்சியங்கள், சுருக்கங்கள், பொருள் சுட்டுகள், கணிப் பொறியால் பதப்படுத்தப்படும் செய்திகள் ஆகிய வற்றை உயர் வேகத்தில் அச்சுக்கோக்கிறது. (படம் 14). இந்த அமைப்பில் 4 முதல் 24 புள்ளி அளவு எழுத்துகளை உருவாக்க முடியும். இதன் பிரிதிறன் மிக வும் அதிகமாகும். ஏறத்தாழ ஒரே நேரத்தில் 4000 எழுத்துகளை இது அணுகும். சில நொடிகளிலேயே கூடுதலான ஃபாண்ட் (Founts) களை இவ்வமைப்பின் நினைவகத்தில் செலுத்த முடியும். இதில் ஓர் எழுத் தைப் பெரிதாக்கலாம்; குறைக்கலாம்; மாற்றலாம்; விரிக்கலாம்; சரியச் செய்யலாம்; சாய்வுறவும் செய்ய லாம். எழுத்தின் அளவைப் பொறுத்து இதன் வேகம் மாறும். எடுத்துக்காட்டாக 7 புள்ளியுடைய முகங்கள் உள்ள எழுத்துகளை நொடிக்கு 1000 முதல் 1500 எழுத்துகள் வேகத்தில் உருவாக்கலாம். அனைத்துலக வணிக எந்திர நிறுவனம் உருவாக்கிய 2680 எதிர் முனைக் கதிர்க்குழல் அச்சு எந்திரம் நூல்கள், செய்தித் தாள்கள், அட்டவணைகள், பெயர், முகவரி, நாட் காட்டிகள் ஆகிய பல்வேறு செய்திகளை அச்சுக்கோக்க வல்லது. IBM அமைப்பு/360 என்ற கணிப்பொறியுடன் இணைந்து வரைபடத் தர எழுத்துகளை நொடிக்கு 6000 எழுத்துகள் வரையிலான வேகத்தில் இது அச்சுக் கோக்கும். எண்பிப்புத் தரமுடைய செய்திகளை (Proof quality test) இது நொடிக்கு 10,000 எழுத்துகள் வரை அச்சுக் கோக்கும். செய்தியின் வரையளவு தாள் நாடா வாகவோ காந்த நாடாவாகவோ கணிப்பொறிக்குள் ஊட்டப்படும். பிறகுஎழுத்தின் அளவுகள், வடிவங்கள், பயன்படுத்தப்பட வேண்டிய எழுத்தின் முகப்படிவங்கள் ஆகியவற்றைத் தந்தால் கணிப்பொறி செய்தியை அதற் கேற்பத் தயாரிக்கும். கணிப்பொறிக்குள் 18புள்ளிவரை யிலான50 எழுத்து வடிவங்களைக் கொண்ட 250 ஃபாண்ட் (Fount) அளவு மூல வளம் உள்ளது. கணிப் பொறி, வரிகளைத் தக்கபடி அமைத்து இடைவெளிகளை முறையாக உருவாக்கித் தானாகவே சொற்களின் இடை யிலுள்ள குறியீடுகளை அமைக்கிறது. முதலில் உருவாக் கிய செய்திகளை இது 2680 எதிர்முனைக் கதிர்க் குழல் அச்சடிப்பு எந்திரத்துக்குத் தந்து எழுதச் சொல்கிறது. இந்தச் செய்தி அச்சடிப்பு எந்திரத்தில் தொலைக் காட்சி போன்ற எதிர்முனைக்கதிர்க்குழல் திரையில் மின் துகளியலாக எழுதுகிறது. இந்தச் செய்தி ஒளிப்பட நகலாக்கப்பட்டு அச்சுத்தகடுகள் செய்யப் பயன்படுத் தப்படுகிறது.



படம் 15. எதிர்கால அச்சுக்கோப்பறையின் போலிப் படிமம். இது அரசு அச்சு அலுவலகத்தால் உருவாக்கி வாஷிங்டனில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தத் திட்டம் லினோடிரான் 1010 என்ற உயர்வேக ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திர அமைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு உரு வாக்கப்பட்டுள்ளது. (மெகாந்தலர் லைனோடைப் கம்பெனி).



டம் 16. சுற்றுப்புறத்தில் அமைந்துள்ள துளைக் கருவிகளும் அவற்றின் செயல்முறைகளும் அடங்கிய ஒரு தொகு கணிப்பொறி வழி அச்சுக் கோப்புமுறை வேலைப் பாய்வுப் படம். இது ஒரு செய்தித்தாளுக்காக உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. என்றாலும் செய்தி மலரை அச்சிடவோ, வணிகப் பயன்பாடுகளுக்கோ தேவையான அச்சுக்கோப்பு முறையின் வேலைப் பாய்வுப் படங்களையும் இதுபோலவே உருவாக்கலாம்.

தொகு அமைப்புமுறையில் அச்சுக்கோத்தல் (Total system type composition). ஓர் அச்சுப் படியை அச்சடிக்கும் தொகு அச்சடிப்பு அமைப்பைக் கணிப்பொறிகளும் பிற துணைக் கருவிகளும் அறிமுகப்படுத்த வழி வகுக்கின்றன. இது படம் 15 இல் உள்ளது. இதை அமெரிக்க நாட்டின் அரசு அச்சலுவலகமும் மெர்காந்தாலர் லைனோடைப் நிறுவனமும் உருவாக்கின. சன் கெமிக்கல் கார்ப்பரேஷனும் இதையொத்த ஓர் அமைப்பைக்கொண்டு செய்தித்தாள்களையும், புத்தகங்களையும் வெளியிட வழிவகுத்தது (படம் 16).

இந்த அமைப்புகள் 1970க்குப் பிறகு அதிகமாயின. 1970இல் 10,000 சூட்டுலோக வரிவார்ப்பு அச்சு எந்திரங்கள் இருந்தன. 1974இல் அவை 3893 ஆகக் குறைந்தன. இதற்குக் காரணம் மீதி எந்திரங்களுக்குப்பதில் ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரங்கள் வழக்கிற்கு வந்தமையே ஆகும் (படம் 17). 1971இல் 16 ஒளிமுறை எழுத்துகாணும்அலகிடுவான்கள்மட்டுமேசெய்தித்தாள்களில் பயன்படுத்தப்பட்டன. இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு இந்த அணுகுமுறை 377 ஆக உயர்ந்தது (படம் 18). 1970இல் அகல்பட்டைக் காட்சி அமைப்புகள் 23

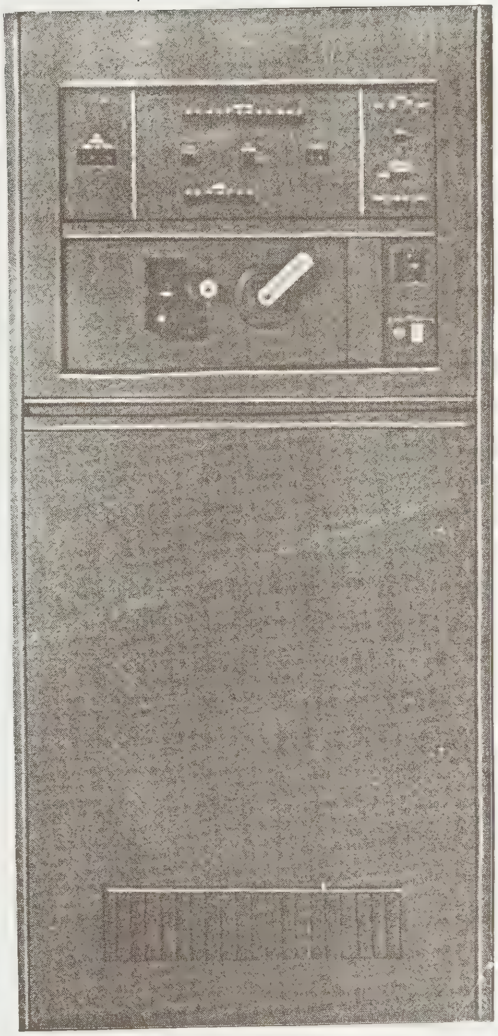
மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட்டன. 1974இல் அவை 1666ஆக உயர்ந்தன (படம் 19). புதிய தொழில் நுட்ப முறைகளைப் பயன்படுத்தியதால் ஏற்பட்ட சிக்கனம், விளம்பரங்களை 50 முதல் 75 விழுக்காடு அளவுக்கு அதிகமாக்கியது. ஆனால் இத்துறைகளில் வேலை செய்யும் பணியாளர்களின் எண்ணிக்கை இதைப்போல 50 விழுக்காடு மட்டுமே குறைந்தது.

தொகு அமைப்பு முறைகள் (Total System Procedures). புதிய தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியால் அச்சுக் கோத்தலில் இரண்டு வகையான தொகு அமைப்பு முறைகள் உருவாகியுள்ளன.

அகல்பட்டைக் காட்சி வெளியீடு (Video Display Terminal). இந்த அணுகுமுறை அகல்பட்டைக் காட்சி வெளியீட்டு (அ.கா.வெ.) அமைப்பிலிருந்து தொடங்குகிறது. இது ஒரு தட்டச்சுப்பொறியும், தொலைக்காட்சி அமைப்பும் இணைந்தது போலத் தோன்றும். ஒரு செய்தி அறிக்கையாளர் அகல் பட்டைக் காட்சி வெளியீட்டு அமைப்பில் ஒரு கதையை எழுதுவதாகக் கொள்வோம். அதிலுள்ள எழுத்துப் பலகை மூலம் செய்தி அறிக்கையாளர் தட்டச்சு அடிக்கும் போது காட்சித் திரையின் எழுதுகற்றையைக் (Eursor) கட்டுப்படுத்துகிறார். நகலில் செய்ய வேண்டியமாற்றம் அல்லது திருத்தத்தைக் கற்றையைத் திருத்த வேண்டிய அல்லது மாற்ற வேண்டிய புள்ளிக்கு நகர்த்தி முதலில் எழுத்தை அழித்துவிட்டுப் புது சொற்களை அல்லது வாக்கியங்களை மறுபடியும் தட்டச்சு செய்யவேண்டும். அப்போது திரையில் உள்ள பழைய நகலில் புதிதாகச் செய்யும் மாற்றங்கள் உருவாகும். தாளில் செய்யவேண்டிய எல்லா வேலைகளையும் இந்தத் திரையில் மிகக் குறுகிய காலத்திற்குள் செய்யலாம்.

நகல் உருவாக்கப்பட்டதும் அது கணிப்பொறி நினைவகத்துக்குக் கொண்டு சென்று தேக்கப்படும். பதிப்பாசிரியர் பதிப்பு வெளியீட்டு அமைப்பில் இதை அழைக்கும்வரை இது நினைவகத்தில் இருக்கும். இந்தப் பதிப்பு வெளியீட்டு அமைப்பு என்பது அறிக்கையாளரின் அ.கா.வெ. (VDT) வைப் போன்றதே. பதிப்பு வெளியீட்டு அமைப்பில் அ.கா.வேயில் செய்ததைப்போலவே கட்டுப்பாடுகளை இயக்கித் திரையில் செய்தியின் நகலைப் பெறலாம். இதைப் பதிப்பாசிரியர் திருத்தலாம்.

இந்த நகல், வெளியீட்டிற்குத் தயார் ஆகியதும், எழுத்துப் பலகையில் பதிப்பாசிரியர் ஒரு சிறு கட்டுப்பாட்டுக் குமிழை அமுக்கினால் திரையிலிருந்து செய்தி மறைந்து கணிப்பொறிக்குச் சென்றுவிடும். கணிப்பொறி அச்சுக்கோப்பதற்கான எல்லாத் தீர்மானங்களையும் செயல்படுத்தும். கணிப்பொறி தக்க எழுத்துக்களை ஒவ்வொரு வரிக்கும் தேர்ந்தெடுத்து செய்தித் தாளின் கலங்களுக்கு (Column) ஏற்ப அமைக்கும். ஒரு வரியின் இறுதியில் ஒரு சொல்லை உடைக்க வேண்டியிருந்தால் கணிப்பொறி அதை எவ்விடத்தில் உடைக்க வேண்டும் என்பதைத் தீர்மானிக்கும். இது சொல்லின்

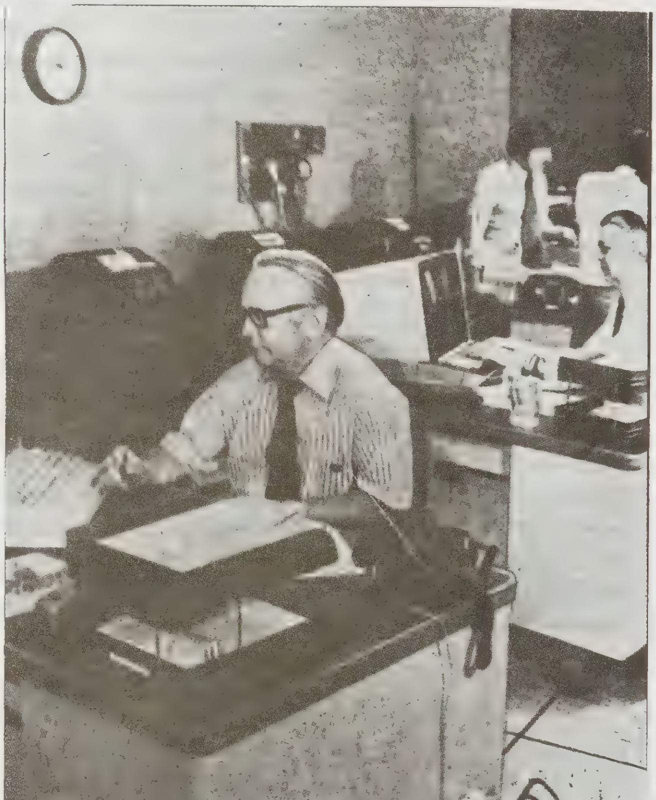


படம் .17. காட்சி முறை அச்சுக்கோப்பு (the video setter). ஒரு நிமிடத்தில் 45 அங்குலச் செய்தித்தாள் கலத்தை அச்சுக் கோக்கும் ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம். இது கணிப் பொறியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது இடைவெளிகளையும் குறியீடுகளையும் கணிப்பொறி கட்டுப்படுத்தும். (கப்பியூகிராபிக் கார்ப்பரேஷன்).

அசை விதிகளைப் (Syllabification rules) பொறுத்துப் பிரிக்கப்படும். இது ஒருசில நொடிகளுக்குள்ளேயே செயல்படுத்தப்படும். நகல் குறிப்பிட்ட சில நொடிகளுக்குள் இம்முறையில் உருவாக்கப்படும். கணிப்பொறியால் தக்கஇடைவெளிவிட்ட நகல் உருவாக்கப்பட்டதும் இது ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்துக்குச் செலுத்தப்படும். ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் கணிப்பொறியின் கட்டளையின்படி 11 வரிகளை ஒரு நிமிடத்தில் 10000வரிகள் வேகத்தில் அச்சுக்கோக்கும். இறுதிவிளைபொருள் ஓர் ஒளிப்புலன்தாளில் ஒளிவரைமுறையால் எழுதப்பட்ட தக்க எழுத்து வடிவத்திலும் அளவிலும் அமைந்த நகல் ஆகும். இது தன்னியக்கச் செயல்முறை எந்திரத்தால்படமாக மாற்றப்பட்டுப் பக்கத்தில் பகுதியாக வெட்டுவதற்கு ஏற்றபடி ஆயத்தமாகும்.

படம் 18. சன்ஸ் ஸ்கேன் என்ற ஒளிமுறை எழுத்து காணும் அலகிடுவான். இது ஒரு நொடியில் 120 எழுத்துகளைப் படித்து அல்லது தாள் நாடாவில் வெளியீடு ஆகத் துளையிடும். அல்லது அமைப்புமுறை கணிப்பொறிக்குள்ளோ, அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்துக்குள்ளோ இந்த எழுத்துகளைத் திணிக்கும்.

ஒளிமுறையால் எழுத்து காணும் அலகிடுவான் (Optical character recognition scanner). மற்றொரு அச்சுக்கோக்கும் அணுகுமுறை ஒளிமுறையால் எழுத்து காணும் அலகிடுவானில் (ஒ. எ. கா.) தொடங்குகிறது. இது தட்டச்சு அடித்த படியைத் தானாகவே படிக்க வல்லது. சிறப்பு வகை எழுத்து முகங்களுடைய மின்முறை மரபுவழித் தட்டச்சுப் பொறியில் இந்த அணுகுமுறை தொடங்குகிறது. இந்தச் சிறப்பு எழுத்தை மட்டுமே காணும்படி அலகிடுவான் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அலகிடுவான் 25,000 எழுத்துகளில் ஒரே ஒரு பிழை ஏற்படும்படியான துல்லியத்துடன் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு செய்தித்தாளில் வகைப்படுத்தப்பட்ட கூடுதல் செய்திகளை அச்சுக்கோக்க வேண்டும் எனில் முதலில் தனித்தனிக் கூடுதல் செய்திகள் தனித்தனித் தாள்களில் தட்டச்சடிக்கப்படும். ஒவ்வொரு செய்திக்கும் ஒரு குறியீட்டைச் செய்தித் தட்டச்சாளர் தருவார். அந்தச் செய்தி வரவேண்டிய நாட்களையும் அச்சுக்கோப்புக்கான கட்டளைகளையும் அவர் குறியீட்டின் மூலமே தருவார். இத்தகைய கூடுதல்செய்திகளின் அடுக்கு வரிசையாகஒ.எ.கா.(OCR) அலகிடுவானில் (Scanner) வைக்கப்படும். இந்த அலகிடுவான் ஒவ்வொரு வரியாக நிமிடத்திற்கு 7,000எழுத்துகள் வேகத்தில் செய்தியை அலகிடும். ஒரு நிமிடத்திற்குள் கிட்டதட்ட 50 கூடுதல் செய்திகள் அடங்கிய அடுக்கு வரிசை படிக்கப்படும். அலகிடுவான் ஒவ்வோர் எழுத்தையும் கண்டறிந்ததும் அதை ஒரு மின் குறிப்பாக மாற்றிக் கணிப்பொறிக்குள் நேரிடையாக அனுப்பிவிடும். கணிப்பொறி அச்சுக்கோப்புத்தீர்மானங்களை உருவாக்கி ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரத்துக்குள் இந்த நகலை அனுப்பும். ஒளிமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம்அதற்கான எழுத்துகளைக் கோக்கும்.



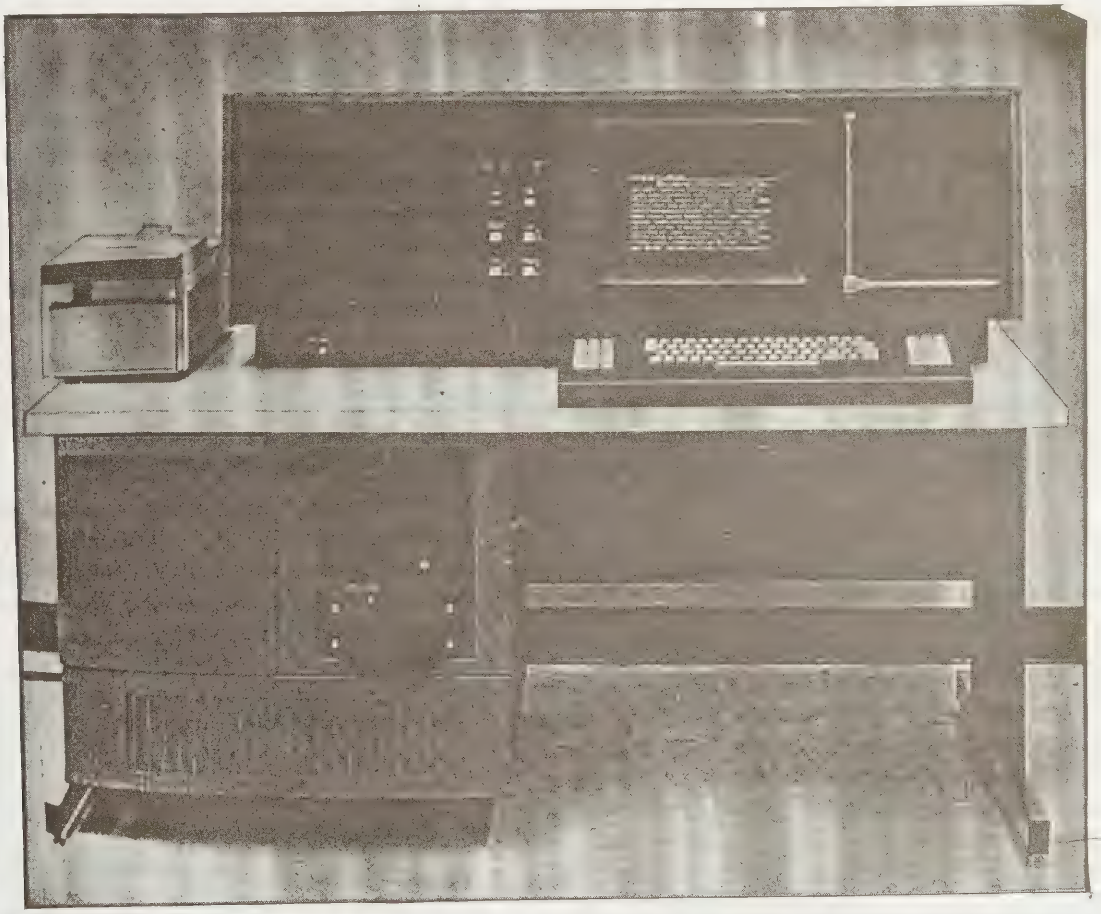
படம் 19. தற்காலச் செய்தித்தாள் அலுவலகங்கள் அகல்பட்டைக் காட்சி அமைப்புகளைப் பரவலாகப் பயன்படுத்துகின்றன. காட்சித் திரையில் பார்த்துச் செய்தி அறிக்கையாளர் (நிருபர்) தக்க திருத்தங்களைச் செய்யலாம்.

வெளியீட்டு அமைப்பு (Terminal system). கணிப் பொறிவரை ஒன்றிய அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் 1975இல் அச்சுக் கோப்பதற்காக உருவாக்கப்பட்ட புதிய மின் துகளியல் எந்திரமாகும் (படம் 20). இந்த எந்திரம் பதிப்பு, எண்பிப்பு, தன்னியக்கச் செய்திப் பிரிப்பு, செய்தி இணைப்பு, தக்க இடைவெளி விட்ட முழுச் சொல் பிரிப்பு, இடைவெளி பிரிப்பு ஆகிய எல்லாச் செயல்பாடுகளையும் செய்வதற்கேற்றபடி வடிவமைக் கப்பட்டுள்ளது.

வணிக விளம்பர அச்சுக்கோப்புக்கும் செய்தித்தாள் அச்சுக்கோப்புக்கும் இம்முறை பயன்படுகிறது. செய்தித் தாள் அச்சுக்கோப்பில் இந்த எந்திரம் தானாகவே செய்திகளைப் பிரித்து இணைத்து வகைப்படுத்திப் பதிப்பு செய்து எண்பிப்பு பார்த்துத் தக்க கலங்களாக் கும். இது தொலைவரிச் செய்திகளைப் படித்துத் தக்க இடைவெளியுடன் மாற்றி அமைக்கும். காட்சிச் செய்தி களையும் தக்கபடி வடிவப்படுத்தும் (formaticise). இது வணிகப் பயன்பாட்டில் செய்திகளைப் பிரித்தல், ஆசிரியர் செய்யும் மாற்றங்களை உருவாக்குதல், பெயர், பக்கம், வகை, வகைபாடு ஆகியவற்றை விளம் பர அச்சுவேலைகளுக்குக் கோப்புகளில் தேக்கி வைத் தல், பகுதிகளின் பட்டியலை அன்றாடப் படுத்தல், அட்டவணைகள், சம்பளப் பட்டியல்கள், கட்டணப் பட்டியல்கள், பெயர்ப் பட்டியல் ஆகியவற்றை அன் றாடப்படுத்தல், நகல் தரும்போது அந்த நகலுக்குக் குறியீடு தரல், சொற்களுக்கும் எழுத்துகளுகும் உள்ள இடைவெளியைத் தானாகவே புதிய நிலைமை களுக்கேற்ப மாற்றி அமைத்தல் ஆகிய செயல்கனளச் செய்யும்.

இந்த அமைப்பில் ஓர் அடிப்படையான கூறுபாடு எந் திரத்தின் செயல்பாடும் காட்சி வெளியீட்டு அமைப்பும் எழுத்துப் பலகையிலேயே முடிகின்றன என்பதே. இயக்குபவர் தம் விருப்பப்படி திருத்தங்கள் செய்யும் பகுதிகளை விட்டுவிடலாம். புதிய பகுதிகளைச் சேர்க் கலாம். எழுத்துகளையும் சொற்களையும் படக் கட் டைகளையும் நகர்த்தலாம். காட்சி நகல் புதுச் செய்தி களை இணைக்க இடம் தரும். நகலை எடுக்க வேண் டும் என்றால் உடனடியாக வெளியே எடுத்துவிடலாம்.

ஒன்றிய அச்சுக்கோப்பின் மற்றொரு திறமை ஏற் கெனவே உள்தரப்பட்ட நகலைத் தேடிக்கண்டுபிடிக்க



படம் 20. கணிப்பொறி வரைமுறை ஒன்றிய அச்சுக்கோப்பு எந்திரம், இது பலவிதமான அச்சுக்கோப்பு செயல்முறைகளைச் செய்ய வல்லது (கம்பியூகிராபிக் கார்ப்பரேஷன்)

முடிவதே ஆகும். நகலின் குறியீட்டுச் சொல்லை அல்லது குறியீட்டு எண்ணை அழுத்தினால் அந்த நகல் கிடைத்து விடும். இதற்கு இந்த எந்திரம் எல்லாக் கோப்புகளையும் தானாகவே அலகிடும். தக்க குறியீடு அல்லது எண் சேர்மானம் கிடைத்ததும் அந்தச் செய்தி களை வெளியீட்டமைப்பில் காட்டும். இந்த வணிக அமைப்புகள் மேலும் வளர்ச்சி அடைந்தால், காட்சித் திரையிலேயே முழுப் பக்கங்களையும், செய்தித்தாள் கலங்களையும் வெளியிடப்போகும் இறுதி வடிவத்திற்கு மாற்றுகின்ற அமைப்புகள் எதிர் காலத்தில் விரைவில் உருவாகலாம். காண்க. அச்சடித்தல்; அச்சடிப்புத் தகடுகள் செய்தல்.

நூலோதி

1. மா.சு. சம்பந்தன், அச்சுக் கலை, தமிழர் பதிப் பகம், சென்னை.
2. **Mc Graw-Hill** *Encyclopaedia of Science and Technology,* Fourth Edition. Vol. 3. pp. 327-379. Mc Graw-Hill Book Company, 1977.

அச்சுத் தகடுகள்

பொதுவாக அச்சிடும் தகடுகள் (printing plates) மரக் கட்டை, துத்தநாகம், அலுமினியம், செம்பு, ஈயக் கலவை, ரப்பர், குழைமம் (plastic) ஆகியவற்றால் செய் யப்படுகின்றன. இந்தத் தகடுகளை எந்திரத்தின் உரு ளையில் பொருத்திப் பின் அதன்மேல் மை தடவித் தாள், துணி, அட்டை, குழைமம், உலோகம், மற்றும் பிற பொருள்களில் அச்சடிக்கலாம்.

பழங்காலத்தில் பவேரியா நாட்டில் கல் அச்சடிக்கும் தட்டாக உதவியது. இப்படித்தான் கல்லச்சு முறை (lithography) தோன்றிற்று. நுண்துளைகள் நிறைந்த, எண்ணெய்ப் பொருளைத் தேக்கி வைத்துக் கொள்ளக் கூடிய தண்ணீரை உறிஞ்சவல்ல கற்கள் அச்சிடப் பயன்பட்டன.

இத்தகடுகளில் அச்சிடும் பகுதிகளில் மை தடவப் படும். பின்பு, அழுத்தம் கொடுக்கப்படும். மற்ற பகுதிகளுக்கு மையோ, அழுத்தமோ வழங்கப்படுவ தில்லை. மைக்குப் பதில் குழைவணம் (paint) பயன் படுவதும் உண்டு.

அச்சுத் தகடுகள் அல்லது தட்டுகளை உருவாக்க கீழே தரப்பட்டுள்ள பல முறைகளும் பல பொருள்களும் பயன்படுகின்றன். உருவாக்க வேண்டிய படிமத்தினை யும் அப்படிமம் தேவைப்படும் எண்ணிக்கையையும் பொறுத்து முறையும் பொருளும் தேர்ந்தெடுக்கப்படு கின்றன.

1. **முப்பருமானத் தகடுகள்** (Stereo plates). இவை எழுத்தை அழுத்தி அச்சிடும் முறையைச் சார்ந்தவை. இதில் உயரமாக உள்ள பகுதிகள் மையும் அழுத்தமும் பெறுகின்றன. உயரம் குறைவான பகுதிகள் அச் சிடப்படுவதில்லை. இது கட்டை அல்லது ஈயம், வெள்ளீயம், ஆன்டிமனி ஆகிய மூன்று உலோகங் களின் கலவையால் வார்க்கப்பட்டுச் செய்யப்படும். இம்முப்பருமானத் தகடுகள் தட்டையாகவோ, குழிவாக வோ எந்திரத்துக்கேற்றவாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகையில் கட்டையால் செய்யப்படுவை மரக்கட் டைப் பொறிப்பு (wood engraving) என்றும், எஃகு, செம்பு, அல்லது உலோகக் கலவையால் செய்யப்படு பவை அந்தந்தப் பொருளின் பெயராலும் வழங்கும்.

2. **கோட்டுப்படக் கட்டை** (Line Block). கையால் இந்திய மை கொண்டு வரைந்த படத்தின் நிழற்பட எதிர்நகலைத் (negative) தயாரித்து அதைத் துத்தநாகத் தகட்டின்மேல் வைத்து ஒளிபாய்ச்சி அமிலத்தினால் தேவையற்ற இடங்களைப்பள்ளமாக அரித்து இத்தகைய கோட்டுப்பட அச்சிடும் தகடு தயாரிக்கப்படுகிறது.

3. **அரைவரிநீழல் படக் கட்டை** (Halftone Block). நிழற்படங்கள், ஒளி, நிழல் மாறுபாடுகள் நிறைந்த வண்ணக்கலவை ஓவியங்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து நிழற்பட எதிர்நகல் தயாரித்து அதைத் துத்தநாக அல்லது செம்புத் தகடுகள் மேல் வைத்து ஒளி பாய்ச்சி, அமிலத்தினால் தேவையற்ற பகுதிகளை ஆழ மாக அரித்து அரைவரிநீழல் படக்கட்டைகளைத் தயார் செய்கிறார்கள்.

4. **ரப்பர் தகடுகள்**. இயற்கை அல்லது செயற்கை ரப்பர் அச்சிடும் தட்டாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. குழைம மூசைக்கு முதலில் வெப்பமும் அழுத்தமும் கொடுக்கப் படுகின்றன. பிறகு ரப்பர் அதன் மேல் வைக்கப்பட்டு அச்சுத்தகடு தயாரிக்கப்படுகிறது. இது நெளிவரை (flexography) அச்சிடும் முறையைச் சார்ந்ததாகும்.

5. **குழைமம் அச்சிடும் தகடுகள்**. நிழற்பட எதிர் நகல் மூலம் ஒளி பாய்ச்சிவேதியியல் முறையில் தேவை யற்ற பகுதிகள் அரிக்கப்பட்டு குழைமத் தகடுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

6. **கல்லச்சு, மறுதோன்றி அச்சுத் தகடுகள்** (Litho and offset plates). நிழற்படஎதிர்ப்படலம், இயற்படலம் ஆகியவற்றின் மூலம் ஒளி பாய்ச்சும்போது துத்தநாக அல்லது அலுமினியத் தகடுகளுக்கு அச்சிடும் பகுதி வேதியியல் முறையில் மாற்றப்படுகிறது. இது சமதள அச்சுமுறையைச் (planography) சார்ந்தது. எழுத்துப் பதிப்பு முறையைப்போல இதில் மேடுபள்ளப் பகுதிகள் இல்லை. இது சமபரப்பாக அமைந்திருக்கும்.

கே.டி.சா.

நூலோதி

1. மா.சு. சம்பந்தன், அச்சுக்கலை, சென்னை.
2. **Mc Graw-Hill** *Encyclopaedia of Science and Technology* Vol. 10. Fourth Edition. Mc Graw-Hill Company. 1977.

அச்சுத்தகடுகள் செய்தல்

காண்க. தகடுகள் செய்தல், அச்சுத்

அச்சுத்தண்டு

இது உருளியையும் (roller) சக்கரத்தையும் தாங்கும் எந்திர உறுப்பு. பல்வேறு அளவுகளிலும் நீளங்களிலும் அமைந்த வட்டவடிவச் சட்டங்களால் செய்யப்பட்ட அச்சுத் தண்டுகள், பல வடிவங்களில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அச்சுத் தண்டுகள் சுமைகளைத் தாங்கித் திறனைச் (power) செலுத்துகின்றன. எனவே இயங் கும் எந்திரப் பகுதிகளின் தகைவையும் (stress) திரிபை யும் (strain) அச்சுத் தண்டுகள் ஏற்கின்றன. அச்சுத் தண்டுகளைப் பாதுகாப்பாகவும் சிக்கனமாகவும் செய்து இயக்கத் தேவையான அளவுகளையும் உலோகச் சிறப் பியல்புகளையும் தேர்ந்து எடுக்கப் பல செந்தரப்படுத் தப்பட்ட முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

வகைகள் (Types). பெரும்பாலான அச்சுத் தண்டு கள் விறைப்பானவை. வளைக்கும் சுமைகளைத் (bending loads) தாங்குபவை. சிறிதளவே விலக்கம் அல்லது தொய்வு (deflection) உறுபவை. சில மிகவும் நெளிவானவை. மூலைகளில் இயக்கத்தைக் கடத்த இவை பயன்படுகின்றன.

திண்ம அச்சுத்தண்டு (Solid Shafting). அச்சுத் தண் டின் இயல்பான அமைப்பு திண்மச் சட்டமே. 15 செ.மீ. விட்டம் வரை திண்ம அச்சுததண்டுகள் சந்தையில் கிடைக்கும்: இவை சூட்டுருட்டி தண்-நீட்டல் முறை யால் செய்யப்படுகின்றன. தக்க எந்திர வினையால் 6 மி. மீ. விட்ட வேறுபாடுகளில் கடையப்படுவதும் உண்டு. மேலும் அதிக விட்டமுள்ள அச்சுத்தண்டுகள் சிறப்பு உருட்டல் முறையால் செய்யப்படுகின்றன. மிகவும் பெரிய அச்சுத் தண்டுகள் பாளங்களைப்(billets) வடித்துத் தக்க வடிவங்களில் செய்யப்படுகின்றன. திண்ம அச்சுத் தண்டின் நடுப்பகுதியில் வலிமையைக் கூட்ட அதிக விட்டமும், தாங்கியில் நிற்கும் ஓரப்பகுதி களில் குறைந்த விட்டமும் உள்ளபடியாகப் படியமைப் பில் செய்யப்படுகின்றன. சுற்றகத்தை (Rotor) அச்சுத் தண்டில் பூட்டும்போது பல பகுதிகளைப் பொருத்த இந்தப் படியமைப்புகள் வாட்டமாக அமைந்துள்ளன.

குழல் அச்சுத்தண்டு (Hollow Shafting). எடையைக் குறைக்கத் திண்ம அச்சுத் தண்டுகள் துளையிடப்படு கின்றன; அல்லது குடையப்படுகின்றன; அல்லது குழல் குழாய்களால் செய்யப்படுகின்றன. குழல் அச்சுத் தண்டுகள் தம்முள் மற்றோர் அச்சுத்தண்டை இயங்க விடுகின்றன. தாரை (jet) வானூர்திப் பொறியில் வளி மச்சுழல் பொறிக்கும் (gas turbine engine) காற்றமுக்கிக் கும் (air compressor) இடையில் உள்ள முதன்மை அச்சுத் தண்டு தன்னுள் வேகம் குறைக்கும் ஓர் எடை குறைந்த அச்சுத்தண்டைக் குறுகிய இடைவெளியில் இயங்க விடுகிறது. குழல் அச்சுத்தண்டு திண்ம அச்சுத் தண்டுகளையொத்த அளவு, வளைவு வலிமையுடனும் முறுக்கு வலிமையுடனும் அமையப் பெரிய விட்டங்களில் செய்யப்படுகின்றன. என்றாலும் இவற்றின் எடை மட்டும் திண் அச்சுத் தண்டுகளைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். பாளங்களிலிருந்து செய்யப்பட்ட குழல் அச்சுத் தண்டுகளின் நடுப்பகுதி வடிப்பு விரிசல்களைக் கண்டுபிடிக்கவும்,உள்ளே உள்ள சீரின்மையை நீக்கவும் ஏற்றவாறு உட்புறமாகத் துளைத்துக் கடையப்படு கின்றது.

செயல்கள் (Functions). சிறப்பு வழிகளில் செய்து பயன்படுத்தும் அச்சுத் தண்டுகளுக்குச் சிறப்புப் பெயர் கள் வழங்குகின்றன. என்றாலும் எல்லா அச்சுத் தண்டுகளும் திருக்கத்தைச் (torque) செலுத்துபவையே.

இருசு (Axle). ஒரு கூடுக்கும் (housing) ஒரு சக்கரத் துக்கும் இணைக்கப்பட்ட முதன்மை அச்சுத் தண்டு இருசு என வழங்குகிறது. இது ஓர் ஊர்தியின் சக்கரக் குடம்சுழலும் பின்புற வட்ட வடிவ உறுப்பின் நீட்டமாக அமையும்; இதேபோல் தொடர் வண்டிப்பெட்டிகளின் சக்கரங்களை இணைக்கும் வட்ட வடிவச் சட்டங் களாக அமையும். இதில் சக்கரத்தின் வெளியில் நீட்டிக் கொண்டுள்ள இருசு தாங்கி மூலம் பெட்டியைச் சுமக் கிறது. இருசுகள் பெரும்பாலும் குறுக்குச் சுமைகளையே தாங்குகின்றன. என்றாலும் அவை தானியங்கிக்கூட்டில் (automobile shell) உள்ளதைப் போல முறுக்கச் சுமைகளையும் ஏற்பதுண்டு.

சுழலச்சு (Spindle). சுழலக் கூடியதும், சுழலும் பகுதி யை ஏற்றக் கூடியதுமான சிறிய அச்சுத் தண்டு சுழலச்சு எனப்படுகிறது. கடைசல் எந்திரத்தின் ஓட்டும் சிறிய அச்சுத் தண்டு செயல்படு சுழலச்சு (live spindle) என நடைமுறையில் வழங்குகிறது.

தலை அச்சுத் தண்டு (Head). இது ஒரு மின்னோடி யில் (motor) அல்லது பொறியில் (engine) ஏற்றிய சிறிய அச்சுத் தண்டு. இழு எந்திரத்தின் திறனை வெளிக்கடத்தும் அச்சுத் தண்டை இதற்கு எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம்.

மாற்று அச்சுத் தண்டு (Counter Shaft). இது தலைமை அச்சுத் தண்டால் சுழற்றப்படும் துணை அச்சுத் தண்டாகும். இந்தத் துணை அச்சுத் தண்டிலிருந்து எந்திரப் பகுதிக்குத் திறன் செல்லும். இது எப்போதும் பல் சக்கரங்களால் இயக்கப்படுகின்றது. எனவே, இது முதன்மை அச்சுத் தண்டுக்கு எதிர்த்திசையில் சுழலும். பல்சக்கரத் திறன் செலுத்த அமைப்புகளில் இந்த மாற்று அச்சுத் தண்டு கள் ஓர் அச்சுத் தண்டிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு வேகத் தையும் திருக்கத்தையும் மாற்றித் தரப் பயன்படு கின்றன.

முட்டு அச்சுத் தண்டு (Jack Shaft). இரண்டு அச்சுத் தண்டுகளுக்கு நடுவில் அமையும் மாற்று அச்சுத் தண்டு முட்டு அச்சுத் தண்டு என வழங்கும்.

தொடர் அச்சுத் தண்டு இணைப்பு (Line Shafting). இது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அச்சுத் தண்டுகளை இணைப்புகளால் இணைத்து ஒரு பொறியிலிருந்து திறனைத் தொலைவில் உள்ள ஓர் எந்திரத்துக்குக் கொண்டு செல்லப் பயன்படுகிறது. இதன் மூலம் ஒரே பொறி பல அச்சுத் தண்டுத் தொடர்களை இயக்கலாம். இந்தத் தொடர்கள் பல வகைகளில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பட்டைகள் (belts) ஒரு தொடரிலிருந்து மறு தொடருக்கும் அத்தொடரிலிருந்து எந்திரத்துக்கும் திறனைச் செலுத்துகின்றன. அச்சுத் தண்டிலிருந்து மறு அச்சுத்தண்டுக்குத் திறனை உரசிணைப்புகளும் (clutches) இணைப்புகளும் (couplings) மாற்றுகின்றன. இப்போது இம்முறை பெருவழக்கில் இல்லை. காண்க. பட்டை முறை ஓட்டு (Belt Drive) கப்பிகள்.

நூலோதி

1. Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Science and Technology* Vol. 12. Fifth Edition. Mc Graw Hill-Book Company 1982.

அச்சுத்தண்டு சமன்படுத்தல்

சுழலும் பொருளில் இணைந்த பொருண்மையின் மையவிலகு விசையால் ஏற்படும் அதிர்வுகளைக் குறைக்கத் தக்கபடி ஈடுகட்டும் செயல்முறையே இது. இதைச் சுற்றகச் சமன்படுத்தல் (Rotor balancing) எனவும் குறிப்பிடுவதுண்டு.

நிலைச் சமனும் இயக்கு சமனும் (Static balance and dynamic balance). ஒரே அச்சில் அமைந்த தாங்கிகளில் சுழலும் உறுப்பு சுற்றகம் (Rotor) எனப்படுகிறது. உருள் தாங்கிகளில் அமைந்த சுழற்பொறி வட்டில் (turbine disc) அல்லது மின்னோடியின் மின்னகம் (armature of a motor) போன்றவை சுற்றகங்களாகும். சுற்றகத்தின் பொருண்மை மையம் (centre of mass) தாங்கியின் அச்சில் ஒன்றி அமையாவிட்டால் தாங்கிகளின் வழியாக அடிமானத்துக்கு (foundation) மையவிலகு விசை செலுத்தப்படும். இந்த விசையின் கிடை, குத்து உறுப்புகள், அலைவுத் தன்மை கொண்ட அசைக்கும் (shaking) விசைகளாகும். இவை அடிமானம் வழியாக அருகிலுள்ள உறுப்புகளுக்கும் பரவித் தீங்கு தரும் அதிர்வுகளை உருவாக்கும். இந்த அசைக்கும் விசையின் பருமையை (Magnitude) $F = mew^2$ என்ற வாய்பாடு தரும். இங்கு m என்பது சுற்றகத்தின் பொருண்மை; w என்பது கோண வேகம் (angular speed); e என்பது பொருண்மை மையத்துக்கும் சுழல் அச்சுக்கும் இடையில் உள்ள தொலைவு. இதை மையப் பிறழ்வு (eccentricity) என்பர். me என்ற பெருக்குத் தொகை சமனின்மை (unbalance) எனப்படும். இது பொருண்மையின் பரவலைப் (mass distribution) பொறுத்தது. தயாரிப்புப் பொறுதிகளாலும் (manufacturing tolerances) வெப்பத் திரிபாலும் (thermal distortion) எப்போதும் ஓரளவு மேற்கூறிய சமனின்மை இருக்கும். பொருண்மை மையம் சரியாகச் சுழலச்சிலேயே அமைந்தால் தொகு அசைப்பு விசை ஏதும் ஏற்படாது. இந்த நிலைமையில் அச்சுத்தண்டு நிலைச் சமனில் (static balance) இருக்கும். நடைமுறையில் அச்சுத்தண்டின் நிலைச்சமனைத் தக்க ஆரத்தில், தக்க பொருண்மையை இணைத்துச் சுற்றகம் தனது அச்சில் இருந்து பிறழாதபடி அமைத்துப் பெறலாம். மெல்லிய வட்டில்கள், சிறிய சுற்றகங்கள் ஆகியவற்றிற்கு நிலைச் சமன்பாடு நிறைவே போதும். என்றாலும் நிலைச்சமனில் உள்ள நீளமான சுற்றகங்கள் தாங்கிக் குதிரைகளில் (bearing supports) கணிசமான விசைகளைச் செலுத்துகின்றன. ஒரு நீளமான அச்சுத்தண்டு, இரண்டு தாங்கிகளில் அமர்ந்து உள்ளபோது $m_1 e_1$ என்ற வலப்புறச் சமனின்மை $m_2 e_2$ என்ற இடப்புறச் சமனின்மைக்குச் சமமாக இருந்து, e_1, e_2 என்பன எதிர்க்குறிகளைப் பெற்றிருந்தால், சுற்றகம் நிலைச்சமனில் இருக்கும். என்றாலும், இரண்டு தாங்கிகளிலும் சமமான எதிர்த்திசையுள்ள மையவிலகு விசைகள் செலுத்தப்படுகின்றன. இதனால் அடிமானம் ஓர் அசைத்தல் இரட்டைக்கு (shaking couple) ஆட்படும். இந்த நிலைமையில், அச்சுத்தண்டு இயங்கு சமனில் (dynamic balance) இருக்கும்.

எந்த ஒரு விறைப்பான அச்சுத்தண்டையும் இயக்கச் சமனில் நிறுத்தலாம். (அதாவது, தொகு அசைப்பு விசையையும் அசைப்பு இரட்டையையும் ஒரே நேரத்தில் தவிர்க்கலாம்). இதற்குச் சுற்றகத்தில் செங்குத்தாக அமைந்த ஏதாவது இரு தளங்களில், தக்க ஆரத்தில், தக்க பொருண்மைகளை இணைக்க வேண்டும். சுற்றக ஓரங்களில், தக்க அளவு பொருண்மையைத் தரும் சமன் வலயங்கள் (balance rings) அல்லது தோள்கள் (shoulders) பொருத்தும் இடங்களிலேயே சமன் தளங்கள் அமையும். துளைத்தும் குடைந்தும் தக்க அளவு பொருண்மையை நீக்கி அச்சுத் தண்டைச் சமன்படுத்தலாம்.

சமன்படுத்தும் எந்திரங்களும் முறைகளும். பெரும்பாலான சமன் எந்திரங்களின் பட்டையாலோ அழுத்தக்காற்று வீச்சாலோ நிலையான வேகத்தில் சுழற்றப்படும் சுற்றகம் அமர்ந்திருக்கும். அதிலுள்ள மின்னியக்க ஆற்றல் வடிவ மாற்றிகள் (Electro-Mechanical Transducer) தூணுக்குச் செலுத்தப்படும் சமனின்மையை உணரும். இதைக்கொண்டு எந்திரத்தில் அமைந்த மின்துகளியல் சுற்றுவழிகள் சுற்றகத்தைச் சமனில் நிறுத்தத் தேவையான கணக்கீடுகளைச் செய்து முன்பே தேர்ந்தெடுத்த தளத்தில் அமைய வேண்டிய தக்க பொருண்மையையும் இருப்பிடத்தையும் கணிக்கின்றன.

மிகப்பெரிய சுற்றகங்களுக்கும் பல துணைக் கருவிகளை ஓட்டும் சுற்றகங்களுக்கும் சந்தையில் கிடைக்கும்

சமன் எந்திரங்கள் போதா. இதற்குத் தாங்கிக்கூடுகளில் உள்ள முடுக்க அளவிகளையும் (Acceleration meters), அதிர்வு அளவிகளையும் (Vibration meters), தறுவாய்ப் பிரித்துணர்விகளையும் (Phase discriminator) பயன் படுத்தித் தக்க இருப்பிடத்தையும் சமன் எடை அளவை யும் கண்டறிய வேண்டும்.

அனைத்துலகச் செந்தர நிறுவனக் குழுக்களும் செந்தர நிறுவனமும் ஏற்கத்தக்க தர வகைகளை, அதாவது, பல எந்திரங்களுக்கான G = ew மதிப்பு களை வரையறுத்துள்ளன. மின்விசிறி எந்திரக் கருவி களுக்கு நொடிக்கு 6.3மி. மீட்டரும், பெரிய இரட்டைச் சுழற்சி எந்திர வரித் தண்டுகளுக்கு நொடிக்கு 1600 மி.மீட்டரும், கொட்பு நோக்கிக் (gyroscope) கும் துல்லிய சாணை எந்திரங்களுக்கும் நொடிக்கு 0.4 மி.மீட்டரும் ஏற்கத்தக்க சமனின்மைகளாக வரை யறுக்கப்பட்டுள்ளன. காண்க, எந்திரவினைச் செயல் முறைகள் (Machining Operations), எந்திர அதிர்வுகள்.

நூலோதி

1. C.M. Hanis and CE. Crede, *Shock and Vibration* Hand Book, 1976.
2. Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Science and Technology* vol. 12, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1982.

அச்சுத்துணி

அச்சிடப் பயன்படும் இயல்பு நெசவு பருத்தித் துணி. இது தனி அளவுபடுத்திய பாவு ஊடை நூலால் நெய் யப்படுகின்றது. இது நெய்யப்பட்ட பின்பே அச்சிடப்படுகின்றது. காண்க, பாவு அச்சுத்துணிகள் (chine or chene).

அச்சுமுறுக்கு நூல்

இது ஓர் இரு முறுக்கு நூல். இதன் நடுவில் திண்ணிய நிறம் ஒட்டிய இழை அமைந்திருக்கும். அதைச் சுற்றி அச்சிட்ட இழை ஒன்று அமைந்திருக்கும். அச்சிட்ட இழையில் வெள்ளையும் வேறு நிறமும் உள்ள சிறுசிறு இடைவெளிகள் அமைந்திருக்கும். இந்த நிறம் பெரும்பாலும் திண்ணிய நடு இழையின் நிற மாகவே அமையும். இந்த இழைபாவாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இது நீர்க்காப்புடைய மேல் சட்டைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் நூல். இதிலுள்ள வெண்ணிற இயல்பு முறுக்கு நூலைப் பயன்படுத்தும்போது உள்ளதை விடக் குறைந்த முக்கியத்துவத்தைப் பெற்றிருக்கும். காண்க. முறுக்கு நூல் போர்வை ஆடை.

அச்சு மை

காண்க,மை

அச்சுவேலை

அச்சுவேலை சீராகவும் அழகாகவும் இருக்கவேண்டு மானால் பல செய்திகளைப் பற்றிய அறிவு வேண்டும். அச்சுக் கோக்கும்போது வேலைக்கு ஏற்றவாறு அள வாக அச்சுகளைக் கோக்க வேண்டும். நாளிதழ்களின் வரியின் நீளத்தைவிடப் புத்தகங்களில் வரியின் நீளம் அதிகமாக இருக்கும். சொற்களுக்கிடையே எவ் வளவு இடம் விடவேண்டும் என்றும், வரிகளுக் கிடையே எவ்வளவு இடம் விடவேண்டுமென்றும், கவனித்து அச்சுகளைக் கோத்து அமைக்க வேண்டும். நீண்ட வரிகளுக்குச் சிறிய எழுத்துகளும், குறுகிய வரிகளுக்குப் பெரிய எழுத்துகளும் ஏற்றவையல்ல. ஆகையால் வேலைக்கேற்ற எழுத்துகளைத் தேர்ந் தெடுக்க வேண்டும்.

அச்சுகள் ஏறத்தாழ இல்லாமல் ஒரே உயரமாக இருக்கும்படி சரிப்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு இல்லா மல் எழுத்துகள் ஓரிடத்தில் அழுந்தியும், வேறோர் இடத்தில் மேலெழுந்தும் இருந்தால் அச்சுவேலை பார்வைக்கு அழகாக இராது. அச்செழுத்துகள் சரி யாகப் பதியா. அச்சு சிதறி இராமலும் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அச்சடிக்கும் மையின் தன்மையை யும் கவனிக்க வேண்டும். சாதாரண மட்ட ரகக் காகிதத்திற்கு ஒரு மையும், மழமழப்பான காகிதத் திற்கு ஒரு மையும், எழுத்துகளுக்கு மட்டும் ஒரு மையும், சித்திரங்களுக்கு ஒரு மையும் உண்டு. ஆகை யால் வேலைக்குத் தகுந்த மையைப் பயன்படுத்தல் இன்றியமையாததாகும். மையை அச்சுகளின்மேல் சீராகப் பரவுமாறு செய்ய வேண்டும்.

இங்கு விவரிக்கப்பட்ட முறை எழுத்தச்சு (Letter press) முறை எனப்படும். இதைத் தவிர, கல்லச்சு முறை, ஒளி பொறிப்பு முறை (photogravure) என்ப வையும் வழக்கத்தில் உள்ளன. (காண்க, ஒளி பொறிப்பு முறை). எழுத்தச்சு முறையில் அச்சிடவேண் டிய பகுதி மேடாகவும் மற்றது பள்ளமாகவும் இருக்கும். ஒளி பொறிப்பு முறையில் அச்சிடவேண்டிய பகுதி பள்ளமாகவும் மற்றது மேடாகவும் இருக்கும். கல் லச்சு முறையில் எல்லாப் பகுதிகளும் ஏற்றத் தாழ் வின்றி ஒரே உயரமாக இருக்கும். (காண்க, அச்சடித் தல், வண்ண).

நூலோதி

1. கலைக்களஞ்சியம் முதல் பதிப்பு முதல் தொகுதி, தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் 1957.

அசக்கி

புதிதாகக் கலந்து, தேவையான இடத்தில் கொட்டிய கற்காரையை அசக்குவதன் மூலம் அடர்த்தியைக் கூட்டிக் கெட்டிப்படுத்தும் பொறி. தொடக்க காலத்தில் கற்காரையைக் கெட்டிப்படுத்தக் கம்பிகள் கொண்டு குத்துவதன் மூலம் கெட்டிப்படுத்தும் முறை இருந்தது. அசக்கி அப்பணியை எளிமையாகவும் செப்பமாகவும் நிறைவேற்றுகிறது.

கம்பங்கள், விட்டங்கள் போன்ற ஆழமான இடங்களுக்குத் தண்டு அசக்கி (needle vibrator) பயன்படுகிறது. சுமார் 5 செ.மீ. குறுக்களவுள்ள அசக்கித் தண்டு, நெளிவு வடத்தால் ஒரு மின்னோடி அல்லது டீசல் பொறியோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பொறியின் சுழற்சி நெளிவு வடம் மூலமாகத் தண்டிற்கு மாற்றப்படுகிறது. தண்டினுள் உள்ள மையப்பிறழ் அச்சில் சுழற்சி ஏற்படும்போது அதிர்வு ஏற்பட்டுத் தண்டின் உறை உலுக்கப்படுகிறது. உறை உலுக்கல் கற்காரையை நன்கு அசக்குகின்றது.

இருப்புப் பாதை அமைக்கப் பயன்படும் முன்தகைவுக் கற்காரை, தண்டவாளந் தாங்கிக் கட்டைகள் போன்ற சிறு உறுப்புகளை மேடை அசக்கி (table vibrator) மூலம் கெட்டிப்படுத்துவர். உறுப்புகளுக்கான வார்ப்புகளைச் செப்பனிட்டு அசக்கி மேடையின் மீது வைத்துக் கற்காரை வார்க்கப்பட்ட பின் அசக்கி இயக்கப்படுகிறது. மேடை முழுவதும் அதிர்வூட்டப்படுவதால் வார்ப்புகளிலுள்ள கற்காரை நன்கு கெட்டிப்படுத்தப் படுகிறது.

சாலைத் தளங்களுக்கான கற்காரையைக் கெட்டிப் படுத்த மேல்மட்ட அசக்கி (surface vibrator) பயன் படுகிறது.

ஆ. மா. ச.

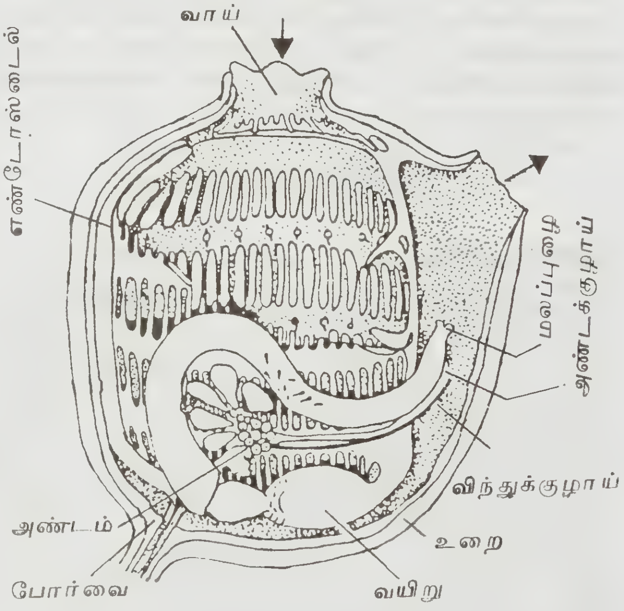
அசிடியேசியே

கடல் பீச்சு என்றழைக்கப்படும் இவை வால் நாணுள்ளவை (Urochordate) எனும் துணைத் தொகுதியைச் சேர்ந்தவை. இவை பெரும்பாலும் ஓத இடைப் பகுதியில் ஒட்டி வாழ்வதற்கேற்பத் தகவமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. அசிடேயேசியே (Ascidia, Ciona, Molgula) தனியாகவோ, கூட்டாகவோ (Botryllus, perophora synoicum) வாழக்கூடியவை. துனிசின் (Tunicin) எனும் செல்லுலோஸ் போன்ற சர்க்கரைப் பொருளாலான மேலுறை (Test) கொண்டுள்ளதால் துணிகேட்டுகள் (Tunicates) என்றழைக்கப்படுகின்றன. துருவத்திலிருந்து வெப்பமண்டலக் கடல் பகுதிகள் வரை காணப்படும் அசிடியேசியே ஓத இடைப்பகுதி முதல் சுமார் 2600 பாதம் (Fathom) ஆழம் வரை காணப்படுகின்றன. இவற்றில் சில நுண்ணுயிரிகளின் அளவிலும், வேறு சில சுமார் 35 செ.மீ. குறுக்களவு (Diameter) டனும் காணப்படுகின்றன.

உருளை வடிவமுடைய இவை தண்டு போன்ற அடிப் பகுதியினால் ஒட்டிக்கொண்டு வாழ்கின்றன. நடுக் குழியை (Atrial cavity)ச் சூழ்ந்து குருதிக் குழாய்களும், தசைகளும் (Muscle fibres) காணப்படுகின்றன. இது படலத்தை அடுத்துக் காணப்படுகிறது. இதன் முன் பகுதியில் இரண்டு உட்புகு வழிகள் உள்ளன. இவற்றில் ஒன்று வாய் சார்ந்த குழல்; மற்றொன்று மலப்புழை. படலத்துடன் தொடர்புள்ள, பல துளைகளுடைய செவுள் பை (Branchial sac) உள்ளது. இச்செவுள் பையின் ஒரு முனையில் உட்செல் துளையும் மறு முனையில் வெளிச்செல் துளையும் உள்ளன. உட்செல் துளை வழியாக உட்புகும் நீரிலிருந்து உணவுப் பொருள்களும் ஆக்சிஜனும் பெறப்படும். குழி போன்ற அமைப்புடைய தொண்டையின் கீழ்ப் பள்ளத்திலுள்ள (Endostyle) சிறு இழைகளின் அசைவினால் உணவுத் துணுக்குகள் உணவுக் குழலை அடைகின்றன. இதைத் தொடர்ந்து வயிறு, குடல் ஆகியவை அமைந்துள்ளன. வெளிச் செல் துளையின் கீழ் அமைந்துள்ள மலப்புழையின் வழியாகச் செரிக்காத உணவு வெளியேற்றப்படுகிறது.

வயிற்றிற்கு அருகில் அமைந்துள்ள இதயத்திலிருந்து குருதி, இரண்டு குருதிக் குழாய்கள் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இக்குருதிக் குழாய்களில் வால்வுகள் இல்லையாதலால் குருதி மாறி மாறி இரு திசைகளிலும் செலுத்தப்படுகிறது. இதன் குருதி நிறமற்றது. நரம்பு மண்டலம் மிக எளிமையானது.

பெரும்பாலான அசிடியேசியா இருபாலிகளாகும். இவற்றுள் பெண் இனவிருத்தி உறுப்புதான் முதலில் முதிர்ச்சியடையும். அரும்புதல் மூலமும் இவை இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. கருவுறுதல் கடல் நீரில் நடைபெறுகிறது.



அசிடியன் கூட்டுயிரி பீரோபோரா

கருவுற்ற முட்டையிலிருந்து தலைப்பிரட்டை போன்ற இளம் உயிர் வெளிவருகிறது. இதற்கு முட்டை வடிவமான உடற்பகுதியும் நீண்ட வாலும் உண்டு. இதன் முதுகுத் தண்டு வால்புறத்தே அமைந்துள்ளது. நீந்தி வாழும் இளம் உயிரிப் பருவங்களில் மட்டுமே தொண்டையிலுள்ள செவுள்கள், முதுகுப் பக்கக் குழலுள்ள நரம்புகள், வால் பகுதியிலுள்ள முதுகுத் தண்டு ஆகிய உறுப்புகளினால் முதுகுத் தண்டுடைய உயிர்களை ஒத்துள்ளது. இது படிப்படியாக உருமாற்றமடைந்து முதிர் நிலையை அடையும் போது இவற்றையெல்லாம் இழந்து விடுகிறது.

இத்தொகுப்பில் மூன்று குடும்பங்கள் உள்ளன. அவை அசிடேசியே, தாலியேசியா, லார்வேசியா என்பனவாகும். இவற்றில் அசிடியன்கள் மட்டும் ஓரிடத்தே ஒட்டி வாழும்; மற்றவை கடல் பரப்பில் வாழ்பவை.

அசிடேசியா. சற்றேறக்குறைய 2000-க்கு மேலான இனங்கள் இந்தக் குடும்பத்தைச் சார்ந்தவையாகும். ஓரிடத்தே ஒட்டி வாழும் இயல்புடைய வாழ்க்கை முறையில் வேறுபாடு இருந்தபோதினும், இவ்வுயிரிகளின் தகவமைப்புகள் மாறாது காணப்படுகின்றன.

தாலியேசியா. நூற்றுக்கு மேலான உயிரிகளைக் கொண்ட இந்தப் பிரிவில் அடங்கியுள்ள உயிரிகள் சுதந்திரமாகக் கடலின் மேற்பரப்பில் நீந்தி வாழ்கின்றன. இவற்றின் மேற்பார்வை தெளிவானதும், முழுமையானதும், முடிவுபெறாத தசையினால் சூழப்பட்டுள்ளதுமாக அமைந்துள்ளது. இந்தத் தசைகள் சுருங்கும் பொழுது உயிரியின் உடல் அழுத்தப்பட்டுத் தண்ணீர் பீச்சி அடித்து முன்பக்கமாக உயிரிகள் செல்கின்றன. இவற்றின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் இரு உரு அமைப்பு காணப்படுகிறது. பால்வேறுபாடற்ற முறையிலும், பால் வேறுபாடு சார்ந்த முறையிலும் இனப்பெருக்கம் மாறி மாறி வருகிறது. இளம் உயிரிக்கு வாலுண்டு. இந்த வகுப்பில் முக்கிய உயிரிதான் பைரோஸோமா (படம் 2)

பைரோஸோமா என்ற உயிரி கடற்பரப்பில் சுதந்திரமாக நீந்தி வாழும் கூட்டுயிரி. பசிபிக், அட்லாண்டிக், இந்தியப் பெருங்கடல்களில் வெப்பப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இது உயிரொளி வெளிப்படுத்தும் ஆற்றலுடையது. இந்தக் கூட்டுயிரி குழல் வடிவானது. நீளவாட்டில் தண்ணீரில் மிதக்கும். இது 2.5 செ.மீ. லிருந்து 120 செ.மீ. நீளமுடையது. இதனை வழவழப்பான மேற்போர்வை மூடியிருக்கும். அதினின்று பலபுற வளர்ச்சி உறுப்புகள் காணப்படும். உருளை வடிவமான சுவரின் பகுதியிலிருந்து பல கூட்டுயிரிகளின் உறுப்புயிரிகள் தோன்றிக் காணப்படும். இதன் தகவமைப்பு அசிடியனைப் போலவே இருக்கும். கூட்டுயிரிலிருந்து தண்டு வேர் போல் வளரும் புற வளர்ச்சியிலிருந்து 4 உயிரி உறுப்புகள் தோன்றுகின்றன. பிறகு இவற்றிலிருந்து பல உயிரி உறுப்புகள் தோன்றி ஒரு கூட்டுயிரி உண்டாகிறது.

லார்வேசியா, 75 இனங்கள் இக்குடும்பத்தில் காணப்படுகின்றன. இவையும் கடலில் மிதந்து வாழ்வன. இவை சிறிய உடலமைப்பைக் கொண்டவை. முதிர் நிலையில் இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவ நீண்ட வாலும் இதற்கு உண்டு. இதில் இளமை மாறா நிலை என்ற பருவமும் காணப்படுகிறது.

சா. கா.

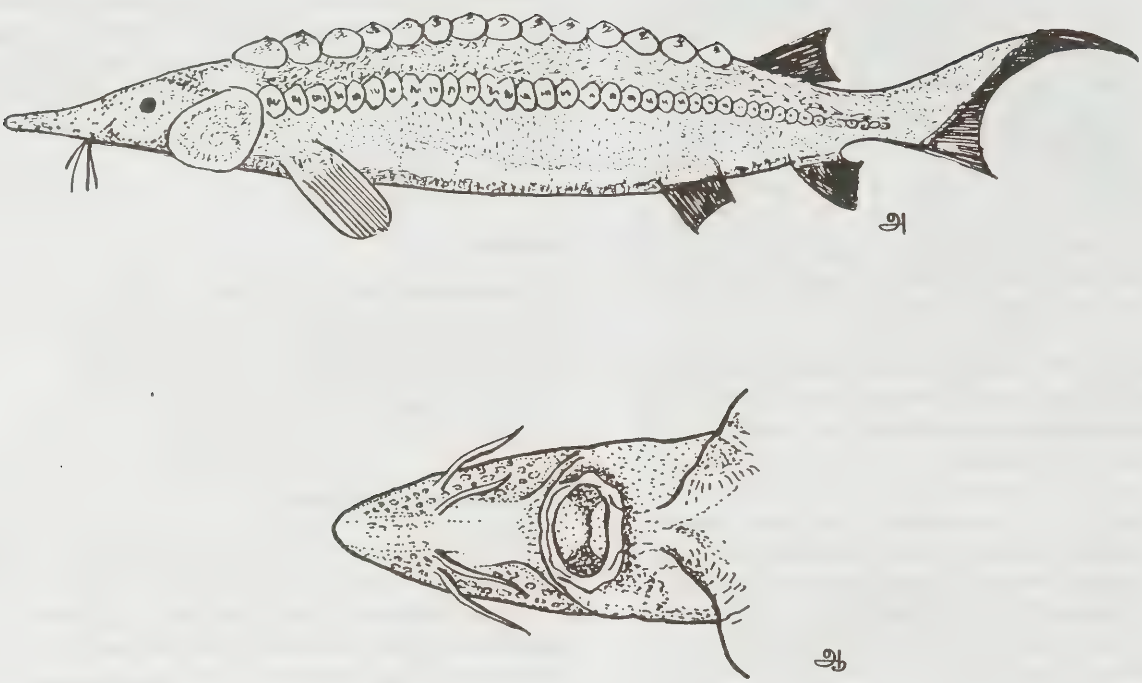
நூலோதி

1. **Sedgwick, A;** *A Students Text Book of Zoology,* Central Book Depot, Allahabad, 1905.
2. **Barnes, R.D.** *Invertebrate Zoology,* W.B. Saunders & Co., 1974.

அசிபென்சரி பாம்ஸ்

அசிபென்சரிஃபாம்ஸ் (Acipenseriformes) தொகுதியைச் சேர்ந்த மீன்கள் தம் சிறப்பியல்புகளால் மீனியல் அறிஞர்களைக் கவர்ந்துள்ளன. இம்மீன்கள் சில பண்புகளில் குருத்தெலும்பு மீன்களையும் மற்றைய பண்புகளில் எலும்பு மீன்களையும் ஒத்திருப்பதால் பரிணாமத்தில் ஓர் இடைப்பட்ட நிலையைக் காட்டுகின்றன. இவற்றின் முதுகெலும்புகள் முழுமையற்று இருக்கின்றன. முதுகு நாண் நீடித்திருக்கிறது. வலிவுக் கூட்டில் எலும்புப் பகுதி குறைந்தும், குருத்தெலும்பு அதிகமாகவும் காணப்படுகின்றன. எலும்பாலான செதில்கள் உடல் முழுவதும் பரவியில்லாமல் ஒரு சில இடங்களில் மட்டுமே இருக்கின்றன. மேல் நீண்ட வால் துடுப்புடன் கூடிய இம்மீன்களின் உணவுக் குழாயில் சுறாக்களில் உள்ளதைப் போல் ஒருவழிச் சுருள் தடுப்பிதழ் ஒன்று அமைந்திருக்கிறது. இவற்றின் துடுப்புகள் அடிப்பகுதியில் குருத்தெலும்புத் துண்டுகளைச் சூழ்ந்துள்ள துடுப்புத் தசைகளினால் சுறாவின் துடுப்புகளை ஒத்தும், மேற்பகுதியில் எலும்பு ஆரைகளால் வலுப்படுத்தப்பட்டு எலும்பு மீன்களின் துடுப்புகளைப் போன்றும் அமைந்திருக்கின்றன. அசிபென்சரிஃபாம்கள் பல மறைந்துபட்ட குடும்பங்களையும், அசிபென்சரிடே, பாலியோடான்டிடே என்ற இரு வாழும் குடும்பங்களையும் தம்மகத்தே கொண்டிருக்கின்றன.

1. அசிபென்சரிடே குடும்பம் - ஸ்டர்ஜன்கள் (Sturgeons). ஸ்டர்ஜனின் முன் துளைப்பகுதி நீண்டும், தாடைகள் பற்களற்றும் இருக்கின்றன. தலையின் அடிப்புறமுள்ள சிறு வாய்க்கு முன்னால் நான்கு குட்டையான உணர் இழைகள் நீட்டிக் கொண்டுள்ளன. ஐம்பதுக்கும் குறைவான செவுள் கதிர்கள் இருக்கின்றன. முள்ளுடன் கூடிய எலும்புத் துண்டுகளைப் போன்ற செதில்கள் இம்மீனின் உடலில் ஐந்து வரிசைகளில் அமைந்திருக்கின்றன. பொதுவாக, மிக மெல்ல நகரும் இயல்புடைய இம்மீன் நீர் நிலைகளின் அடித்தளத்தருகே வாழ்கின்றது. அடித்தளத்தின் மேல்



மடம் 1. (அ) ஸ்டார்ஜன் (ஆ) தலையின் அடிப்புறத் தோற்றம்.

பரப்பில் அல்லது வண்டலில் புதைந்து வாழும் பூச்சிகளின் இளவுயிரிகள், புழுக்கள், இறால்கள், மெல்லுடலிகள் மற்றும் சிறு மீன்கள் போன்றவைகளை உணவாகக் கொள்கிறது. உண்ணும் போது அடிப்புற வாய்ப்பகுதியைத் துருத்தி அப்படியே வண்டலிலுள்ள விலங்குகளை உறிஞ்சுகிறது. உணவாகப் பயன்படும் விலங்குகளைக் கண்டறிவதற்குத் தொடுவுணர்களையே இது பெரிதும் நம்பியிருக்கிறது. இப்பணியில் வாயினருகே உள்ள நான்கு உணர் நீட்சிகளும், வாய்க்கு வெளிப் புறத்தே அமைந்துள்ள சுவை மொட்டுகளும் உதவுகின்றன. பல ஸ்டார்ஜன்கள் கடலிலே வசித்தாலும் இனப்பெருக்கத்திற்காக அவை ஆறுகளுக்கு வலசை போகின்றன. ஆறுகளில் சினைகளைத் தூவிய பின் மறுபடியும் கடலுக்கே திரும்பி விடுகின்றன. உரு மாற்றத்திற்குப் பின் முட்டையிலிருந்து வெளிப்படும் குஞ்சுகளும் கடலுக்குச் செல்கின்றன. சில ஸ்டார்ஜன்கள் ஆறுகளிலேயே வாழ்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

ஒரு ஸ்டார்ஜன் ஏறத்தாழ மூன்று மில்லியன் முட்டைகளை இனப்பெருக்கத்தின் போது இடுகின்றது. ஸ்டார்ஜன்கள் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தவை. பெரிதாக வளரும் இம்மீன்களைச் சமைத்துச் சாப்பிடுகின்றனர். இனப்பெருக்கத்திற்காக வலசை போகும் பெண் மீனின் சினையைக் கேவியர் எனப்படும் சுவை மிகுந்த உணவுப் பொருளாகச் செய்கின்றனர். இதன் காற்றுப்பை ஜெலாடினும் பசையும் செய்யப் பயன்படுகிறது. இங்கிலாந்து மன்னர் இரண்டாம் எட்வர்ட் தம் நாட்டில் பிடிக்கப்படும் எல்லா ஸ்டார்ஜன்களும் அரசரான தம்மையே சாரும் என அறிவித்ததால் இம்மீனை அரச மீன் எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். இம்மீன்களின் இனங்கள் நிலநடுக்கோட்டுக்கு வடக்கில் மட்டுமே பரவியிருக்கின்றன. அசிபென்சரிடே குடும்பம் இரண்டு துணைக் குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஸ்பைரகிள் எனப்படும் திரிந்த முதல் செவுள் துளையுள்ள ஸ்டார்ஜன்கள் அசிபெர்சரினே துணைக் குடும்பத்திலும், ஸ்பைரகிள் அற்ற ஸ்டார்ஜன்கள் ஸ்கேரிரிங்கினே துணைக் குடும்பத்திலும் இடம் பெறுகின்றன.

துணைக் குடும்பம்—அசிபென்சரினேட். ஸ்டார்ஜன்களிலேயே பெலுகா அல்லது உருசிய ஸ்டார்ஜன் என்று அழைக்கப்படும் உசோ உசோ (Huso huso) மிகப் பெரியது. இது காஸ்பியன் கடலிலும் கருங்கடல் பகுதியிலும் வாழ்கின்றது. ஐந்து மீட்டர் நீளத்திற்குமேல் வளரக்கூடியது.

வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் அட்லாண்டிக் ஸ்டார்ஜன் எனப்படும் அசிபென்சர் ஸ்டுரியோவும் (Acipenser sturio), வட அமெரிக்காவின் பசிபிக் கரைப் பகுதியில் வெண் ஸ்டார்ஜன் எனப்படும் அசிபென்சர் டிரான்ஸ்மோன்டானசும் (Acipenser transmontanus) வாழ்கின்றன. உருசியாவின் ஆறுகளில் ஒரு மீட்டர் நீளம் வளரும் ஸ்டெர்லட் எனப்படும் அகிபென்சர் ருதினஸ் (Acipenser ruthenus) கிடைக்கிறது.

துணைக் குடும்பம்—ஸ்கேபிரிங்கினே. சூடோஸ்கேபிரிங்க்ஸ் (Pseudoscaphirhynchus) எனும் ஸ்டார்ஜன்

இந்தத் துணைக் குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இது உருசிய நாட்டிலுள்ள ஆரல் கடல் (Aral sea) எனப் படும் உப்பு ஏரிப் பகுதியில் காணப்படுகிறது. அமெரிக் காவில் மிசிசிபி பகுதியில் ஸ்கேபிரிங்கஸ் (Scaphirhynchus) என்றழைக்கப்படும் ஸ்டர்ஜன் கிடைக்கிறது.

2. பாலியோடான்டிடே குடும்பம். துடுப்பு மீன்கள் (Paddle fishes). இவை அமெரிக்கா, சீன ஆறுகளில் வாழும் துடுப்பு மீன் ஸ்டர்ஜன்களுக்கு நெருங்கிய உறவுடையவை. நீண்ட, சுறாவினுடையதைப் போன்ற உடலைக் கொண்டிருக்கின்றன. வால் துடுப்பினடியில் உள்ள சில செதில்களைத் தவிர இம்மீனின் மேற்பகுதி யில் வேறு செதில்கள் கிடையா. இதனுடைய முன் தலை, துடுப்பைப் போன்று நீண்டு தட்டையாக இருப் பதால் இம்மீன் துடுப்பு மீனெனப் பெயர் பெற்றது. இந்த முன்தலைத் துடுப்பு உடலின் நீளத்தில் 1/3 முதல் 1/2 பங்கு வரை வளர்கிறது. மிகச் சிறிய கண்களையு டைய துடுப்புமீனின் வாய் அடிப்புறம் அமைந்திருக்கிறது. முக்கோண வடிவுள்ள பெரிய செவுள் மூடியின் பின்புறம் கூர்மையாக முடிவடைகிறது. தோள் துடுப்பும் இடைத் துடுப்பும் நடுத்தர அளவுடையவை. அதற்கு நேர் அடிப்புறத்தில் புழைத்துடுப்பு காணப்படுகிறது.

துடுப்பு மீன் உணவைச் சேகரிக்கும் போது வண் டலைக் கிளறத் தன் முன் தலைத் துடுப்பைப் பயன் படுத்துகிறது என்ற ஒரு கருத்து நிலவுகிறது. ஆனால் இதை ஏற்றுக் கொள்ளாத சில ஆய்வாளர்கள், இந்த மென்மையான துடுப்பு வண்டலைக் கிளறப் பயன் படாது என்றும், இத்துடுப்பிலுள்ள உணர்வு உறுப்பு கள் நீரிலுள்ள, உணவாகப் பயன்படும் சிறு விலங்கு களைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன என்றும் கருது கின்றனர். இம்மீனின் செவுள்களில் நூற்றுக்கணக்கான செவுள் கதிர்கள் இருக்கின்றன. இவை உணவை வடி கட்டுகின்றன.

1960இல் பர்கட் (Purkett) என்பாரின் ஆய்வால் தெரியவந்தன. இம்மீன் மிசிசிபியிலும் அதன் கிளை ஆறுகளிலும் வெள்ளப் பெருக்கெடுக்கும் போது சினை களைத் தூவுகிறது. ஒரு வார காலத்தில் முட்டை பொரிந்து இளவுயிரி வெளிவருகிறது. இரண்டு மூன்று வாரங்களில் முன் தலைத் துடுப்பு வளர ஆரம்பிக்கிறது. ஏழு ஆண்டுகள் வளர்ச்சிக்குப் பின்னர் இனப்பெருக் கத்திற்குத் தயாராகின்றது.

சீனாவில் யாங்ட்சீ (Yangtze) ஹீவாங் ஹோ (Hwang ho) என்ற நதிகளில் செபூரஸ் க்ளாடியஸ் (Psephurus gladius) என்ற துடுப்புமீன் அகப்படுகின்றது. சீனத்துத் துடுப்புமீனை வாளலகி எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். இது ஆறு மீட்டர் நீளம் வளர்கிறது. அமெரிக்கத் துடுப்பு மீனைவிடச் சீனத் துடுப்பு மீனின் முன் தலை மெலிந்தும், செவுள் கதிர்கள் எண்ணிக்கையில் குறைந்தும் காணப் படுகின்றன

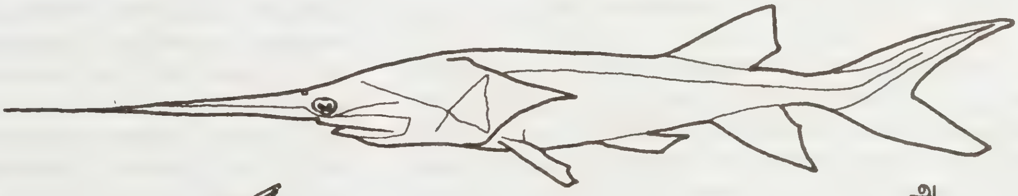
அ. ப.

நூலோதி

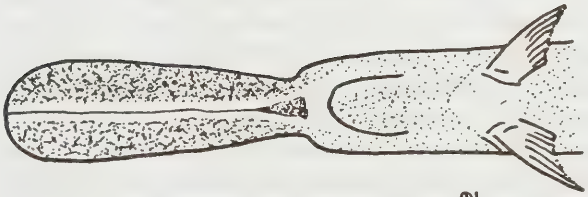
Chandy, M; Fishes, *National Book Trust*, New Delhi 1981.

அசுணம்

அசுணம் என்னும் பறவை காங்கேயப்புள், பண்ண றிமா, அசுணமா எனப் பலவாறு இலக்கியங்களில் வழங்கப்பட்டுள்ளது. இசையில் தன்னிலை மறந்து மயங்கியிருக்கும் தருணத்தில் திடீரென்று பறையொலி எழுப்பப்பட்டால் அவ்வதிர்ச்சியால் நிலைகுலைந்து உடனே இறந்துவிடும் தன்மையுடையதாகக் குறிக்கப் பட்டுள்ளது.



அ



ஆ

படம் 2. (அ) துடுப்பு மீன் (ஆ) தலையின் அடிப்புறத் தோற்றம்.

மிசிசிபி ஆற்றில் பாலியோடான் ஸ்பாதுலா (Polyodon spathula) என்ற துடுப்பு மீன் காணப்படுகிறது. இது இரண்டு மீட்டர் நீளம் வளர்கிறது. அமெரிக்கத் துடுப்புமீனின் இனப்பெருக்கத்தைப் பற்றிய செய்திகள்

அசும்பு

அசும்பு (Ooze) என்ற சொல் கடல் அடித்தளத்தின் மேற்பரப்பிலுள்ள மிருதுவான மண்ணில் கலந்திருக்கும்

சுண்ணாம்பு, சிலிகா, கைட்டின் போன்ற பொருள்களி னாலான உயிரிகளின் ஓடுகள் கொண்ட பகுதியைக் குறிக்கின்றது. கடல் தளத்தின் மூன்றில் ஒரு பாகம் அசும்பால் ஆனாது. ஃபொராமினி ஃபெரா என்ற வரிசையைச் சார்ந்த மிக நுண்ணிய புரோட்டோ சோவாக்கள் ஓட்டினுள் வசிக்கும் தன்மை கொண் டவை. இந்த ஓடுகள் பெரும்பாலும் சுண்ணாம்பினால் ஆனவை. இவ்வுயிரினங்கள் இறந்தவுடன் அவற்றின் ஓடுகள் கடல் அடித்தளத்திற்குச் சென்று மண்ணுடன் கலந்து அசும்பாக மாறுவதற்குத் துணை புரிகின்றன.

அசும்புப் படிவுகள் கடல் அடித்தளத்தின் மேற்பரப் பில் பல இடங்களில், பல்வேறு விதமாகக் காட்சி அளித்த போதிலும், அவற்றின் அமைப்பு ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியாக இருக்கிறது. பெரும்பாலான இடங் களில் நிலத்திலிருந்து வந்த பொருள்களும், உயிரி களின் எச்சங்களும் காணப்படுகின்றன.

சில இடங்களில் சிவப்பு நிறமுடைய களிமண் (Red clay) படிவுகளை அடித்தளத்தில் காண முடிகின்றது. மட்கிப் போன டயாடம்கள் (Diatoms), ஒரு செல் உயிரி களான ரேடியோலேரியன்கள் ஆகியவைகளைக் கொண்ட படிவுகளைச் சிலிக்காவிலான அசும்பு (Silicious Ooze) என்று குறிப்பிடுவர். இம்மாதிரியான அசும்புகள் தென் அண்டார்ட்டிக் கடல் படுகைகளில் மிகுந்தும், மற்ற கடல் படுகைகளில் குறைந்தும் காணப் படுகின்றன. இவ்வகையான அசும்பு, பெரும்பாலும் ஃபொராமினி ஃபெரா, டெரோபாடுகள் (Pteropods) ஆகிய நுண் விலங்குகளின் ஓடுகளிலுள்ள சுண்ணாம் பினால் (Calcium) ஆனது. இவ்வகையான அசும்பு பொதுவாக 5500மீ. ஆழமுள்ள நீரில் சுண்ணாம்பு கரைந்துவிடுவதால் உண்டாகும். ஆகவே மிக ஆழமாக வுள்ள கடல் அடித்தளத்தில் சிவப்புக் களிமண் அதிக மாகக் காணப்படுகின்றது. சிலிகாவினாலான அசும்பு கடலின் பல பகுதிகளில் இருப்பினும், பசிபிக் பெருங் கடலில் தான் மிக அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

மொத்தத்தில், சுண்ணாம்பினாலான அசும்பு 50 சத விகிதமும், சிவப்புக் களிமண் அசும்பு 35 சதவிகிதமும், சிலிகாவினாலான அசும்பு 14 சதவிகிதமும் கடல் அடித் தளத்தில் காணப்படுகின்றன. இவ்விகிதம் பருவநிலைக் கேற்ப இடத்திற்கு இடம், வருடத்திற்கு வருடம் மாறு படும். கடல் அடித்தளத்திலுள்ள அசும்புப் படிவுகளில் ஒரு நிலையான தன்மையைக் காண முடியாது. இதைத் தவிரக் கடல் தரையில் நாட்யூல்ஸ் (Nodules) என்று சொல்லப்படும் வேதிப் பொருள்களைக் கொண்ட தாதுப் பொருள்கள் சிறு கற்கள் போன்ற வடிவிலே காணப்படுகின்றன. இவற்றில் மாங்கனீஸ் அதிக அள விலும், நிக்கலும், கோபால்டும் குறைந்த அள விலும் உள்ளன.

அசும்பினுள் உயிரினங்கள் காணப்படுகின்றன. 1000 மீ. ஆழத்திலுள்ள அசும்பினுள், 100-இலிருந்து 200 வகையான உயிரினங்கள் வசிக்கின்றன. மாறாக சுமார் 7500 மீ. ஆழத்திலுள்ள கடல் அடித்தளத்தில் 5 முதல் 15 வகையான உயிரினங்கள் மட்டுமே காணப் படுகின்றன.

ரேடியோலேரியன்கள் கடல் அடித்தளத்தில் அசும் பாக மாறுவது மட்டுமின்றிப் புதை படிவமாகவும் காணப்படுகின்றன. இப்புதை படிவங்களை ஆராய்ந்த தில் அவை சுமார் 3000 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன்னால் (Pre Cambrian) வாழ்ந்திருக்கக் கூடுமென்ற உண்மை புலனாகின்றது. ஆகவே அசும்புகளும் சுமார் 3000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே தோன்றி யிருக்கக் கூடுமெனத் தெரிகிறது.

ஆர்.கி.

நூலோதி

1. Ekambaranatha Iyer, *Invertebrates* 1975.

2. Sedgwick, A. *A Students Text Book of Zoology.*, Central Book Depot., Allahabad 1909.

அசுவான் அணை

பார்க்க, அணைகள், உயர் அசுவான்

அசுவினி (வானியல்)

காண்க, இரலை (விண்மீன்)

அசுவுணி

அசுவுணிகள் (Aphids) சிறிய, மென்மையான உடலு டைய மஞ்சள், பழுப்பு, பச்சை, கருப்பு ஆகிய நிறப் பூச்சிகள். இதுவரை 3600-க்கும் மேற்பட்ட அசுவுணி வகைகள் ஆராயப்பட்டுள்ளன. இவை செடிப்பேன்கள் (Plant lice) அல்லது அசுகுணிகள் எனப்படும். இப் பூச்சிகள் தாவரங்களின் இலை, தண்டு, இளங்குருத்து, பூ, மொக்கு, வேர்கள், கிளைகள் போன்ற பகுதிகளில் கூட்டம் கூட்டமாகத் தங்கியிருந்து சாற்றை உறிஞ்சி வாழ்கின்றன. இப்பூச்சிகள் காய்கறிகள், பயிர்கள், பருத்தி, சோளம், கரும்பு, புகையிலை, ஆமணக்கு, பயறுகள் போன்றவற்றைத் தாக்கிப் பாழாக்குகின்றன. தாக்கப்பட்ட செடிகள் வலுவிழந்தும், இலைகள் வெளுத்தும், சுருட்டிக்கொண்டும் காணப்படும். அசு வுணிகள் பயிர்களில் கொடிய நோய்களை ஏற்படுத்தும் கிருமிகளை (Virus) நோயுற்ற செடிகளிலிருந்து நல்ல செடிகளுக்குப் பரப்புகின்றன.

அசுவுணிகள் பருத்த உடலும், சிறிய தலையும் உடை யவை. இவற்றின் தலைப் பாகத்தில் இரண்டு கூட்டுக் கண்களும் (Compound eyes), உணர் கொம்புகளும் (Antennae), நீண்ட, கூர்மையான தூண்டிழையும்,

(Proboscis) உண்டு. உடலில் நன்கு வளர்ச்சியடைந்த மூன்று இணைக் கால்களும், இரண்டு இணை இறக்கை களும் உள்ளன. இறக்கைகள் மெல்லியவை; பல நரம்பு கள் கொண்டவை; முன் இறக்கைகள் பின் இறக்கை களை விடச் சற்று நீளமானவை. ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த பூச்சிகளுள் சிலவற்றுக்கு இறக்கைகள் இருக் கும்; சிலவற்றிற்கு இருப்பதில்லை. வயிற்றுப்பகுதியில் (Abdomen) *10* கண்டங்கள் (Segments) உள்ளன. அதில் *9* இணை மூச்சுத் துளைகள் உள்ளன. ஆறு அல்லது ஏழாவது கண்டத்தில் கார்னிக்கிள் (Cornicle) எனப்படும் இரண்டு சிறிய குழல் போன்ற அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் வழியே ஒரு வித மெழுகுப் பொருள் வெளியாகிறது. அது எதிரிகளைத் தாக்கவும், இடையூறு நேரும்போது மற்ற பூச்சிகளுக்குத் தெரிவிக்கவும் பயன்படுகிறது. இதனால் இடையூறை உணர்ந்த பூச்சிகள் உடனே அவ்விடத்தைவிட்டு நகர் கின்றன. இவை தம் மலத்துளை (Anus) வழியே தேன் பனி (Honey dew) என்ற இனிய பொருளை வெளியிடு கின்றன. இந்தத் தேன் துளிகளை உண்பதற்குப் பல வகை எறும்புகள் இப்பூச்சிகளைச் சூழ்ந்து, அவற்றைப் பாதுகாப்பதுடன், அவை இடம் விட்டு இடம் பெயர வும் பெரிதும் உதவுகின்றன. எறும்புகளின் உதவியால் அசுகுணிகள் தோட்டம் முழுவதிலும் விரைவில் பரவிப் பெருகிவிடுகின்றன.

இவற்றின் வாயுறுப்புகள் (Mouth parts) செடிகளைத் துளைத்துச் சாற்றை உறிஞ்சுவதற்கு ஏற்ப அமைந் துள்ளன. இரண்டு இணை வெட்டும் தாடைகள் (Maxillae), துருவுதாடைகள் (Mandibles), கீழுதடு (Labium), மேலுதடு (Labrum) போன்ற பகுதிகள் இணைந்து சாற்றை உறிஞ்ச உதவுகின்றன. வெட்டும் தாடைகளும், துருவு தாடைகளும் நீண்ட மெல்லிய உறுப்பாக மாற்றம் பெற்றுக் கூர்மையான நுனிகளுடன் காணப்படும். இவற்றின் நடுவில் உமிழ்நீர்க்குழல் (Salivary channel), உணவுக் குழல் (Food channel) என்னும் இரண்டு குழாய்கள் உள்ளன. இப்பூச்சிகள் சாதாரண மாக இருக்கும்போது இவற்றின் தூண்டிழைகள் (Proboscis) உடலின் அடிப்பகுதியில் கால்களுக்கு இடை யில் இருக்கும். சாற்றை உறிஞ்சும்போது, இவை முத லில் தம் வாய்ப்பகுதியைச் செடியின் மீது ஒட்டியபடி வைத்துத் தூண்டிழையோடு இணைந்துள்ள தசைகளை இயக்கிக் கூர்மையான உறுப்புகளைச் செடியினுள் நுழைத்துப் பின்னர் வெட்டும்தாடைகளை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக உட்செலுத்தும். பிறகு துருவு தாடைகளை நுழைத்துச் செடியிலுள்ள ஃபுளோயம் (Phloem) திசுக் களைத் தாக்கி, உமிழ்நீர்க் குழாய் வழியே உமிழ்நீரைச் செலுத்திச் சாற்றை ஓரளவு செரித்தவுடன் உணவுக் குழல் வழியே தொடர்ந்து உறிஞ்சுகின்றன.

வாழ்க்கைச் சுற்று. இப்பூச்சிகள் பல வழிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. குளிர்காலம் வருமுன்பு ஆண், பெண் பூச்சிகள் இணைகின்றன. பெண் பூச்சி கள் குளிர் காலத்தில் முட்டைகளை அவை வாழும் செடிகளில் இடும். இம்முட்டைகள் குளிர் கால முட்டைகள் எனப்படுகின்றன. பனிக்காலம் முடிந்து வசந்த காலம் தொடங்கியதும் இம்முட்டைகளிலிருந்து இறக்கைகளற்ற பெண் அசுவுணிகள் வெளிவருகின்றன. இவை கன்னிப்பெருக்க முறையில் (Parthenogenesis) மீண்டும் மீண்டும் பல்கிப் பெருகுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி கோடைப்பருவம் வரை தொடர்வதால் எண்ணற்ற தலைமுறைகள் உண்டாகின்றன. முடிவில் இறக்கை களையுடைய பெண் பூச்சிகள் வெளிவருகின்றன. இப் பூச்சிகள் பறந்து சென்று அருகிலுள்ள மற்ற செடிகளை அடைந்து அவற்றைத் தாக்கத் தொடங்குகின்றன. பிறகு அவை இளம் பூச்சிகளை வெளியிடுகின்றன. இப் பூச்சிகள் இலையுதிர் காலத்தில் முட்டைகளை இடும். இம்முட்டைகளிலிருந்து இறக்கைகளையுடைய ஆண் பூச்சிகளும், பெண் பூச்சிகளும் வெளிவரும். இவை கலவி முறை இனப்பெருக்கம் (Sexual reprodutcion) செய்தபின் பெண் பூச்சிகள் குளிர்கால முட்டைகளை இடுகின்றன. இவ்வாறு இவற்றின் வாழ்க்கைச் சுற்று தொடரும். ஒரு வருட காலத்தில் இவை *10* முதல் *13* தலைமுறைகளை ஏற்படுத்தும். ஆனால் இப்பூச்சிகளின் இனப்பெருக்கத் திறன் அவை இருக்கும் இலைகளின் வயது (Age), தரம் (Quality), அப்போது நிலவும் தட்ப வெப்பச் சூழ்நிலை இவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். சிலசிறப்பினங்களின் வாழ்க்கைச் சுற்று ஒரே செடியிலேயே நடக்கும். மற்றும் சில சிறப் பினங்கள் இலையுதிர் காலத்தில் வலசை போகின்றன. அவை குளிர் காலத்தில் ஏற்கெனவே வாழ்ந்து வந்த செடியைவிட்டுப் புதிய செடிக்குச் சென்று விடுகின்றன.

அசுவுணியின் வாழ்க்கைச் சுற்றில் மூன்று நிலைகள்

கட்டுப்படுத்தும் முறை

இப்பூச்சிகள் ஆப்பிள், பருத்தி, பட்டாணி, வெள்ளரி, திராட்சை, உருளைக்கிழங்கு போன்ற பல விதப் பயிர்களைத் தாக்கிப் பெருங்கேடு விளைவிக் கின்றன. இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தச் செடிகளில் ஊடுருவிப் பாயும் பூச்சி கொல்லிகளான (Insecticides) ரோகார் (Rogor), மெட்டாசிஸ்டாக்ஸ் (Metasystox) போன்றவற்றைச் செடிகளின் மேல் தெளிக்கலாம். அசுவுணிகளின் எதிரிகளான சிலந்திகளும் மற்றும் பல பூச்சிகளும் இவற்றை உணவாகக் கொள்வதால், உயிரி வழிக் கட்டுப்பாட்டு முறையாலும் (Biological control) அசுவுணிகள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

ரெ. வீ.

நூலோதி

1. **Donald J. Borror and Dwight M. Delong,** 1971. *"An Introduction to the study of Insects"*. Holt Rinehart Winston, New York, p. 812.

2. **Little, V. A.** 1963 *"General and Applied Entomology"*, Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi. p. 542.

3. **Mani, M, S.** 1982. *"General Entomology"* Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi. p. 912.

4. **Romoser, W.S.** 1973. *"The Science of Entomology"* Macmillan Publishing Co., Inc., New York, p. 450.

5. **Richards, O.W. and R.G. Davies,** 1977. *Imms' General Text Book of Entomology.* Chapman and Hall. John Wiley & Sons, New York p. 1354.

அசெட்டனிலைடு ($C_6H_5NH\ COCH_3$)

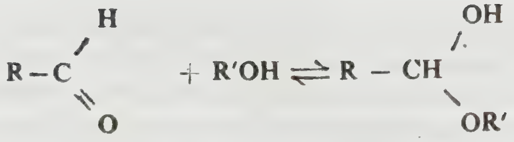
இது ஃபீனைல்அசெட்டமைடு (phenyl acetamide) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதன் உருகுநிலை 114 °C; கொதிநிலை 268. 5 °C. அசெட்டனிலைடை (acetanilide) எளிதாக, அனிலீனை அசெட்டைல் குளோரைடு, அசெட்டிக் நீரிலி (acetic anhydride) அல்லது கிளேசியல் அசெட்டிக் அமிலத்தோடு (glacial acetic acid) சேர்த்து வெப்பப்படுத்துவதால் பெறலாம். அடர் அமிலம் அல்லது காரம் கொண்டு இதை நீராற் பகுக்கும்போது அனிலீன் கிடைக்கிறது. மருத்துவத் தில் ஆன்டிஃபெப்ரின் (antifebrin)என்று வகைப்படுத் தப்பட்ட இது, காய்ச்சல் தணிக்கும் மருந்தாகப் (febrifuge) பயன்படுகிறது. அனிலீன் ஈடுபடும் வேதிவினைகளில் இது மிகவும் பயனுள்ள இடைநிலைப் பொருளாகப் (intermediate) பயன்படுகிறது.

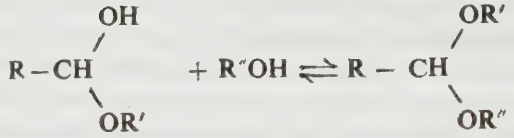
நூலோதி

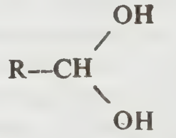
Finar I.L., *Organic Chemistry,* Vol. I, Sixth Edition, ELBS, London. 1973.

அசெட்டால்

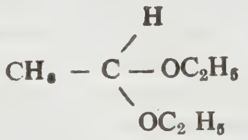
அசெட்டால் (acetal) (II), பொதுவாக 1, 1, டைஹைட்ராக்சிப் பொருளின் (III) ஈதராகும். ஆல்டிஹைடிலிருந்து முதலில் ஹெமி அசெட்டாலும் (I), பின்னர் அசெட்டாலும் விளைகின்றன.

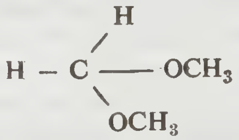

(I)

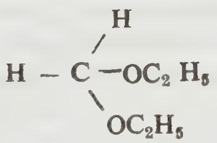

(II)


(III)

அமிலம், இரும்பு (III) குளோரைடு, அலுமினியம், கால்சியம், மெக்னீசியம் போன்றவற்றின் குளோரைடு அல்லது நைட்ரேட் முதலானவைகளை இவ்வினையில் வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுத்தி 90% விளைவு பெறப்படுகிறது. பொதுவாக அசெட்டால் என்ற இனப்பெயர் தனிப்பட்டு அசெட்டால்டிஹைடிலிருந்து எதில் ஆல்கஹால் கொண்டு விளைவிக்கப்படும் சேர்மத்தையும் (IV) குறிக்கப்பயன்படுகிறது.


(IV)


(V)


(VI)

இதுபோல ஃபார்மால்டிஃஹைடிலிருந்து கிடைக்கும், (V), (VI) சேர்மங்கள் முறையே மெதிலால், (methylal) எதிலால் (ethylal) என்றழைக்கப்படுகின்றன. மேற்கூறிய பொதுவான முறையைத் தவிர அசெட்டிலீனை மெர்குரி (II) உப்பொன்றுடன் கூடிய எதில் ஆல்கஹால் மூலம் செலுத்தி அசெட்டாலைப் (IV) பெறலாம். இச்சேர்மம் நிறமற்ற நீர்மம். இதன் கொதி நிலை 104-105°C. பிளாட்டினம் வினையூக்கித் துணையுடன் அது காற்றிலிருந்து ஆக்சிஜனேற்றம் செய்

யப்பட்டு அசெட்டால்டிஹைடையும் அசெட்டிக் அமிலத்தையும் கொடுக்கிறது. ஃபாஸ்ஃபரஸ் (V) ஆக்சைடுடன் வினைபுரியுங்கால் எதில் ஆல்கஹாலை இழந்து எதில் வைனைல் ஈதரைக் கொடுக்கிறது.

$$CH_3 - CH(OC_2H_5)_2 \longrightarrow CH_2 = CH - OC_2H_5 + C_2H_5OH$$

பொதுவாக, அசெட்டால்கள் நீர்மங்கள்; நறுமணம் கொண்டவை. மூலக்கூறு எடை குறைவாக உள்ள அசெட்டால்கள் நீரில் கலப்பவை. அசெட்டாலுடன் நீரும் சிறிது அமிலமும் சேர்த்துச் சூடாக்கினால், சிதைவு நிகழ்ந்து குறிப்பிட்ட ஆல்டிஹைடு உண்டாகும். இவ்வாறான சிதைவு காரத்தினால் நடக்காது. அசெட்டால்கள் அமிலங்களால் பாதிக்கப்படும் தன்மையைப் பயன்படுத்தி அசெட்டால்களிலுள்ள ஆல்டிஹைடுகளைப் பெற முடிகிறது. ஆனால் இந்த வினை பல இடைநிலை வினைகளுக்கு அப்பால் முடிகின்றது. இந்த இடைநிலை வினையில் ஆல்டிஹைடின் தன்மை மாறாமல் காக்கப்பட்டு இறுதி நிலையில் ஆல்டிஹைடு அப்படியே வெளிப்படுத்தப்படுகிறது.

பயன்கள். அசெட்டால்கள் பொதுவாகக் கரைப்பானாகவும், பிளாஸ்டிக் பொருள்கள், உடையாத கண்ணாடி (unbreakable glass) தயாரிப்புத் தொழில்களிலும் பயன்படுகின்றன. மேலும் மயக்க மருந்தாகவும் (anaesthetic), சிறப்பாக நறுமண நீர்மங்கள் தயாரிப்பிலும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

கீட்டோனிலிருந்து இதுபோன்று பெறப்படும் அசெட்டால் 'கீட்டால்' (ketal) என்று வழங்கப்படுகிறது. மல்லிகைச் சாற்றில் நறுமணத்திற்குக் காரணமான பொருள் வளைய அசெட்டால் (cyclo-acetal) ஆகும். (காண்க: ஆல்டிஹைடு, கிளைகால், கீட்டோன்)

வ.ந. வே.

நூலோதி

Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, 1983.

அசெட்டால்டிஹைடு (CH_3CHO)

இது ஆல்டிஹைடு (—CHO) என்ற தொகுதியைக் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்களின் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. அசெட்டால்டிஹைடு (acetaldehyde) நெடியுள்ள நிறமற்ற ஒரு நீர்மம். இதன் கொதி நிலை 20.8°C. இது கார்போஹைட்ரேட்டுகள் செரிக்கும் பொழுது மிக முக்கிய பங்கை வகிக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது. கொதிநீரைக் காய்ச்சி வடிக்கும்போது முதலிலே வெளியாகும் பகுதியில் இருந்தும் கிடைக்கும். அசெட்டிக் அமிலம், அசெட்டிக் நீரிலி (acetic anhydride), பியூட்டைல் ஆல்கஹால் போன்ற பல தொழிலக வேதிப் பொருள்கள் ஆல்டால் குறுக்கு வினையைப் (aldol condensation) பயன்படுத்திச் செய்யப்படும் பல பொருள்களின் இடைநிலைப் பொருளாக (intermediate) இது அமைகிறது.

நூலோதி

1. **Finar, I. L.** *Organic Chemistry*. Vol. I, Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

2. **Hawley, Gessner, G.** *The Condensed Chemical Dictionary*, Tenth Edition, Galgotic Book Source Publishers, New Delhi, 1984.

அசெட்டால் ரெசின்

ஆல்கஹால் என்னும் மூலக்கூறும், ஆல்டிஹைடு என்னும் மூலக்கூறும் இணையும்போது உண்டாகும் பொருள் அசெட்டால் (acetal). நேரடியாக இது முழு அளவில் உண்டாவதில்லை. நிலையில்லாத மற்றொரு பொருளான ஹெமி-அசெட்டால் (hemi-acetal) என்ற நிலையில் உண்டாகிறது. ஹெமி-அசெட்டால் மற்றொரு ஆல்கஹால் (alcohol) மூலக்கூறுடன் இணைந்து அசெட்டால் என்ற இறுதிநிலை நீர்மத்தைத் தருகிறது.

தன்னுடைய நிலையான தன்மையால், மனித உடலில் வியத்தகு மாற்றங்களைப் புரியும் இவ்வகை அசெட்டால்களைச் சிச்சிபாபின் (Chichibabin), போட்ரோ (Bodroux) என்ற அறிவியல் வல்லுநர்கள் இணைந்து ஆராய்ந்து கண்டறிந்தார்கள். இவ்வினை கிரிக்னார்டு வினை பொருளும் (Grignard reagent), எதில் ஆர்த்தோஃபார்மேட் (ethyl orthoformate) என்ற பொருளும் இணைவதால் ஏற்படுவதாகும்.

$$RMgBr + HC(OCH_2CH_3)_3 \longrightarrow RCH(OCH_2CH_3)_2 + BrMg\,OCH_2CH_3$$

இவ்வகை அசெட்டால்கள் ஜெம்டையால்கள் (gemdiols) எனும் ஆல்கஹாலிருந்து வரும் கரிம விளைவுப் பொருள்கள் ஆகும். அசெட்டால் உண்டாகும் மாற்ற நிலைகளும், ஈதர் (ether) எனும் மற்றோர்

எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய நீர்மத்தை உண்டாக்கும் மாற்ற நிலைகளும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கின்றன. இம்மாற்ற நிலைகளைக் கீழ்க்கண்ட வினைகள் மூலம் விளக்கலாம்.

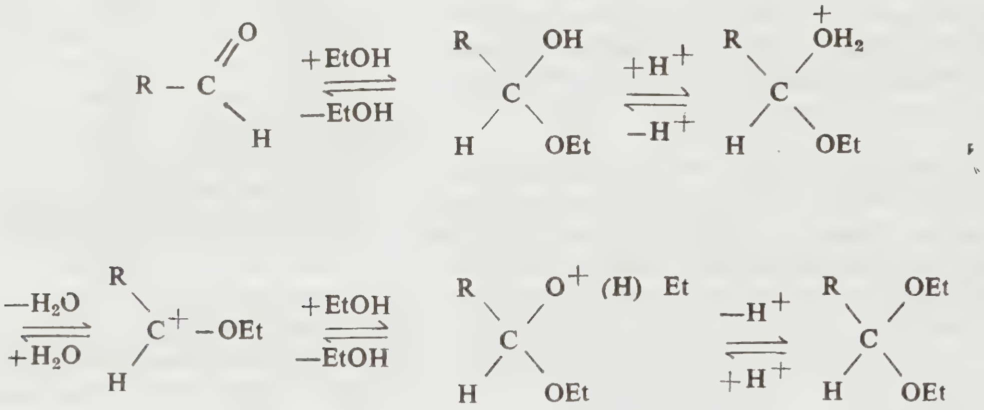
$$RCHO + R'OH \longrightarrow R-\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}HOR'$$

$$R-\overset{OH}{\overset{|}{C}}HOR' + R'OH \longrightarrow R-\overset{OR'}{\overset{|}{C}}HOR'$$

$$ROH + R'OH \longrightarrow R-OR' + HOH$$

அசெட்டால்களும், ஈதர்களும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருந்தாலும், அசெட்டால்கள் எளிதில் நீராற்பகுத்தல் வினைக்குட்படுவதுடன், அமிலத்தையும், ஆல்கஹாலையும் கொடுக்கின்றன.

நுண்நிலைப் பின்மாற்ற விளைவுத் தத்துவத்தைப் (Principle of microscopic reversibility) பயன்படுத்தி அசெட்டால்கள் உருவாவதைப் பின்வரும் வினைகள் மூலம் விளக்கலாம்.

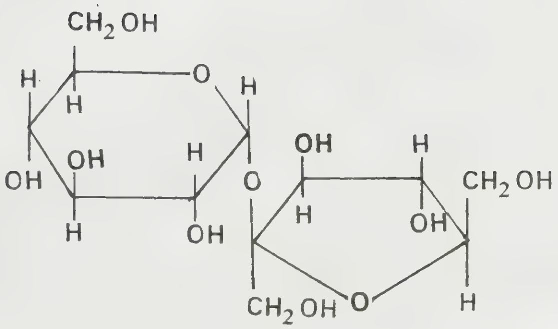


இந்த அசெட்டால் இணைப்புகள் புரியும் வினைகள் பல. அவற்றில் சில: அசெட்டால் இணைப்புகளை ஆல்ஃபா-அசெட்டால் இணைப்புகள் (alpha-acetal linkages) பீட்டா-அசெட்டால் இணைப்புகள் (beta-acetal linkages), என்று இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். மாவுப் பொருளில் (starch) உள்ள ஆல்பா அசெட்டால் இணைப்புகளை, மனிதனின் குடலிலுள்ள நொதிகள் (enzymes) பிரித்து விடக்கூடும். ஆனால் செல்லுலோஸிலுள்ள (cellulose) பீட்டா-அசெட்டால் இணைப்புகளை இந்த நொதிகள் ஒன்றும் செய்ய இயலாது. ஆடு, மாடு, பூச்சி வகைகளின் கழிவுப் பொருள்களிலுள்ள நுண்ணுயிர்கள், செல்லுலோஸைக் குளுகோஸ் (glucose) ஆகப் பிரித்துவிடக் கூடும். அதன் மூலம் பீட்டா-அசெட்டால் இணைப்புகளையும் பிரித்துவிடக் கூடும். இதற்குக் காரணம், இவ்விலங்கினங்களின் குடற்பகுதிகளில் இம்மாற்ற நிகழ்ச்சிக்குக் காரணமான நொதிகளை, இந்த நுண்ணுயிர்கள் உற்பத்தி செய்வதே.

கார்போஹைடிரேட்டுகளில் (carbohydrates) அசெட்டால் இணைப்புகள் பல நுட்ப விளைவுகளைப் புரிகின்றன.

கார்போஹைட்ரேட் எனும் மூலப்பொருளை மோனோசாக்கரைடு (monosaccharide), டைசாக்கரைடு (disaccharide), டிரைசாக்கரைடு (trisaccharide), பாலி சாக்கரைடு (polysaccharide) என்று வகைப் படுத்தலாம். பொதுவாக இனிப்புக்காகப் பயன்படுத்தும் சர்க்கரை சுக்ரோஸ் (sucrose) ஆகும். இது கரும்புச் சாற்றினின்று தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த வகைகளில் சுக்ரோஸ், டைசாக்கரைடு எனும் வகையைச் சேர்ந்தது. இப்பொருள் ஆல்பா—குளுகோஸ், பீட்டா ஃபிரக்டோஸ் (β-fructose) என்பனவற்றால் ஆனது. இவ்விரண்டு மோனோசாக்கரைடுகள் (monosaccharides) மியூட்டா ரொடேஷன் (muta rotation) என்ற சிதைவுப் பரிமாற்றத்தைக் காண்பிக்கின்றன. ஆனால் சுக்ரோஸ் எந்தவிதச் சிதைவுப் பரிமாற்றத்தையும் காண்பிப்பதில்லை. எனவே ஹெமி—அசெட்டால் இணைப்பு நிலையிலுள்ள குளுகோஸ், ஃபிரக்டோஸ் என்ற இரண்டு மோனோசாக்கரைடுகளும், சுக்ரோஸ் ஆக மாறும் போது அசெட்டால் நிலையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பது இதன்மூலம் நன்கு புலப்படுகிறது. இதனைப் பின்வரும் வடிவமைப்பின் மூலம் அறியலாம்.

மேலும் மோனோசாக்கரைடுகள் அசெட்டால் வழியாகப் பல்லுறுப்புகளை (polymer) உண்டு பண்ண இயலும். இரண்டு மோனோசாக்கரைடுகள் இணைந்து, ஒரு டைசாக்கரைடை உண்டு பண்ண இயலும். இதனைப் பின்வரும் வினையின் மூலம் அறியலாம்.

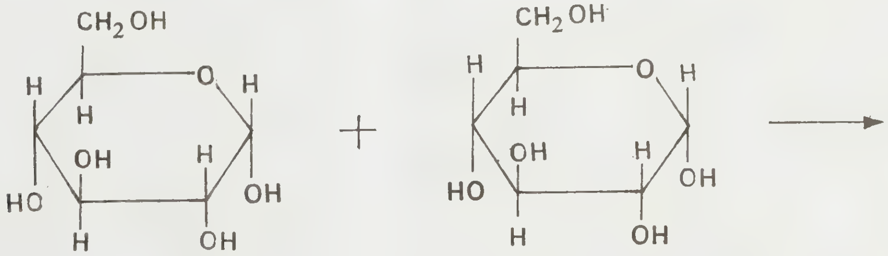


சுக்ரோஸின் வடிவமைப்பு

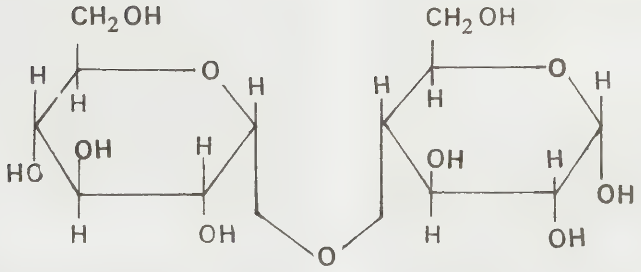
அதாவது, மால்டோஸ் எனும் டைசாக்கரைடு, இரண்டு மோனோசாக்கரைடுகளை (குளுகோஸ் மூலக் கூறுகள்) இணைப்பதனால் கிடைக்கிறது. இது போலவே, ஒரு டைசாக்கரைடும் ஒரு மோனோசாக் கரைடும் இணைந்து ஒரு டிரைசாக்கரைடை உண்டாக் கலாம். இவ்வாறே, பலதிறப்பட்ட சாக்கரைடுகளை இணைத்துப் பாலிசாக்கரைடுகளைப் (polysaccharides) பெறலாம்.

அசெட்டால்டிஹைடைப் பல்லுறுப்பாக்கல்வினைக்கு உட்படுத்தினால் அசெட்டால் ரெசின்கள் (acetal resins) கிடைக்கின்றன. கிடைக்கும் பல்லுறுப்பு அசெட்டால் ரெசின்கள் பல்லுறுப்பாக்கும் முறைக்குத் தக்கவாறு அவற்றின் பண்புகள் அமைகின்றன. சில பல்லுறுப்பி களில் மூலக்கூறின் கடைசியில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதி இருக்கக்கூடும். இன்னும் சிலவற்றில் அல்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகள் ஹைட்ராசில் தொகுதிகளுக்குப் பதிலாக இருக்கக்கூடும். இந்த அசெட்டால் ரெசின் களுடைய மூலக்கூறு எடைகள் நூற்றுக் கணக்கிலிருந்து பல ஆயிரங்கள் வரை இருக்கக்கூடும். அசெட்டால் ரெசின்கள் புறஊதா ஒளியில் (Ultraviolet light) பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆகையால், வெளிப்புற வேலை களுக்குப் பயன்படுத்தும் அசெட்டால் ரெசின்களைத் தனிப்பட்ட அமைப்பு விகிதங்களைப் பயன்படுத்திப் பெறலாம்.

இந்த அசெட்டால் ரெசின்களைச் சீர்செய்து (finishing) பலவிதமாகப் பயன்படுத்த முடிகின்றது. முக்கியமாக அசெட்டால் ரெசின்கள் பொறியியல் துறையில் வெப்பக் குழைமங்களாகவும் (thermoplastics), உலோகங்களுக்குப் பதிலாகவும் பயன்படுத்து கின்றார்கள்.

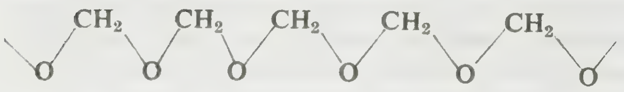


குளுகோஸ் குளுகோஸ்



ஆல்ஃபா - மால்டோஸ்

அசெட்டால் ரெசின்களுடைய அடிப்படை அமைப்புக்குக் கீழ்க்கண்ட கரிம - ஆக்சிஜன் பிணைப்புதான் காரணம்.



அசெட்டால் ரெசின்கள் அமிலங்களாலும், காரங்களாலும் எளிதில் பாதிக்கப்படுவதில்லை. (காண்க : கார்போஹைட்ரேட்)

வி. எஸ். சு

நூலோதி

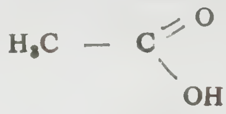
Pecsok, Robert. L. *Modern Chemical Technology'* Sixth Edition, 1972,

அசெட்டிக் அமிலம்

கரிம அமிலங்களில் மிக முதன்மையானவற்றில் ஒன்று அசெட்டிக் அமிலம். இவ்வமிலம், வினிகர் (vinegar) என்ற வடிவில் உணவில் பயனாவதுடன், மிக்க தொழிலியல் சிறப்புடையதும் ஆகும், இயற்கையில் பல தாவரங்களின் சாறுகளில் அமையப் பெற்றுள்ள இவ்வமிலம், இவற்றில் தனித்தோ அல்லது பலவித ஆல்கஹால்களுடன் இணைந்து எஸ்டர் வடிவத்திலோ உள்ளது இதர பல உயிரினங்களின் கழிவுப்பொருள்களிலும் இவ்வமிலம் காணப்படலாம்.

நெடுங்காலமாகவே அறியப்பட்டிருக்கும் அசெட்டிக் அமிலம் பண்டைய நாட்களில் கெட்டுப்போன மதுபானங்களிலிருந்து பெறப்பட்டது. வினிகர் என்ற புளிக்காடி அசெட்டிக் அமிலத்தின் மிக நீர்த்த வடிவமேயாகும். மதுபானங்களை ஆக்சிஜனேற்றம் (Oxidation) அடையச் செய்து அந்நாட்களில் வினிகர் தயாரிக்கப்பட்டது.

வேதியியல் வழங்கிய அலிஃபாட்டிக் மோனோகார்பாக்சிலிக் அமிலம் (aliphatic monocarboxylic acid) என்ற குடும்பத்தில் இடம்பெறும் அசெட்டிக் அமிலத்தின் மூலக்கூறு,மெதேன் மூலக்கூறின் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவை ஒரு கார்பாக்சில், — COOH தொகுதி பதிலீடு (Substitution) செய்வதால் பெறப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு CH_3-CHO அங்கீகரிக்கப்பட்ட வேதியியல் முறைப்படி இதன் பெயர் எதனாயிக் அமிலம் (ethanoic acid) ஆகும்.



உயிர் வேதி வினைகளில் நொதிகளால் (enzyme) நிகழ்த்தப்படும் சிதைவு அல்லது சேர்க்கைச் செய்முறைகளில் விளையக்கூடிய மிக எளிய சேர்மம் அசெட்டிக் அமிலமே. டெர்பீன்கள் (terpenes), ஸ்டிராயிடுகள் (steroids) போன்ற நீண்டதொடர் கொழுப்பு அமிலங்களின் (fatty acids) உயிரியல் தொகுப்பு முறைகளில் இதுவேதொடக்கக்காரணியாகும். நொதிகளால்வேகப்படுத்தப்பட்ட எதனாலின் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தால் இவ்வமிலம் விளைகிறது. பல்வகைக் காளான்களிலுள்ள நுண்ணுயிர்கள் பல கரிமச் சேர்மங்களை அசெட்டிக் கரிம அமிலமாக மாற்றும் இயல்புடையன. ஆகவேதான்,இச்சேர்மம் மதுபான வகைகள் புளித்துக் கெடுவதால் விளைகிறது. மேலும் இது புளித்துப்போன பால், தயிர் இவற்றிலும் ஓரளவு காணப்படுகிறது. இவ்வகையில்தான் ஆதிகாலத்தில் வினிகர் தயாரிக்கப்பட்டது.

'ஆர்லியன்ஸ்' அசெட்டிக் பாக்டீரியா வினைமுறையை அடிப்படையாகக் கொண்ட, ஆனால் மேலும் பண்பட்ட, செய்முறையான துரித வினிகர் முறையில் நீர்த்த ஆல்கஹால் கரைசலின் ஆக்சிஜனேற்றம் அசெட்டிக் அமிலத் தொட்டிகளில் நிகழ்கிறது. இத்தொட்டியில் உள்ள மரத்துருவல்களின் மீது ஆல்கஹால் கரைசல் சிறு தாரையாக வடிக்கப்படுகிறது. இத்தொட்டியின் கீழ்ப்பகுதி மூலம் காற்று உட்செலுத்தப்படுகிறது. கரைசல் கீழே சென்றடைந்தால் ஆல்கஹால் காற்றுடன் நன்குஇறுக்கமாகத் தொடர்பு கொண்டு அசெட்டிக் காளான்களிலுள்ள நொதிகளின் துணையால் விரைவில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. இரண்டு மூன்று முறைகள் இச்செய்முறையைத் திரும்ப நிகழ்த்தினால் ஆக்சிஜனேற்றம் நிறைவுகிறது.

தற்காலத்தில் அசெட்டிக் அமிலம் பெரும்பாலும் வேறுவகைகளில் தயாரிக்கப்படுகிறது. மரத்துண்டுகளை உலர்காய்ச்சிவடித்தல் (dry distillation of wood) மூலம் விளையும் பைரோலிக்னியஸ் அமிலத்தில் (pyroligneous acid) அசெட்டிக் அமிலம் அதிகம் உள்ளது. இது சுண்ணாம்பு நீரினால் நடுநிலையாக்கப்பட்டுப் பிறகு சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தினால் கால்சியம் சல்ஃபேட்டாகவும் அசெட்டிக் அமிலமாகவும் சிதைக்கப்படுகிறது.

அசெட்டிலினிலிருந்தும் அசெட்டிக் அமிலம் தற்சமயம் பெறப்படுகிறது. அசெட்டிலின் நீரேற்றத்தால்

அசெட்டால்டிஹைடு பெறப்பட்டு, இதன் ஆக்சிஜனேற்றம் காற்றின் மூலம் நிகழ்கையில் அசெட்டிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. இச்செய்முறையில் உலோக ஆக்சைடுகள் வினையூக்கிகளாகப் (catalysts) பயன்படுகின்றன.

தொழில்முறையில் அசெட்டிக் அமிலம் ஆல்கஹால் ஆவியைக் காற்றுடன் கலந்து சூடான வினையூக்கியின் மேல் செலுத்துவதால் தயாரிக்கப்படுகிறது. வெனேடட் உப்புகள் (vanadate salts) அல்லது உலோக ஆக்சைடுகள் வினையூக்கிகளாக இவ்வினைகளில் பயன்படுகின்றன.

பண்புகள்

தூய அசெட்டிக் அமிலம் ஒரு நிறமற்ற தெளிந்த நீர்மம். மூக்கைத் துளைக்கும் உறைப்பான நெடியை உடையது. அரிக்கும் தன்மை வாய்ந்தது.

அசெட்டிக் அமிலம் 16.7°Cயில் உறைந்து பனிப் பாளங்கள் போன்ற படிகங்களைத் தருகிறது. இதனால் தான் உறையக்கூடிய அசெட்டிக் அமிலம் கிளேசியல் அசெட்டிக் அமிலம் (glacial acetic acid) எனப்படுகிறது. இது 118°Cயில் கொதிக்கிறது. கொதிநிலைக்கு மேல், இதன் ஆவி அடர்த்தி (vapour density) எளிய ஒற்றை மூலக்கூறு வாய்பாட்டிற்கு ஏற்றதை விட அதிகமாக உள்ளது. அயட்ரஜன் பிணைப்புகளால் (hydrogen bond) இவ்வமில மூலக்கூறுகள் தொடர்ந்து சேர்க்கை நிலையில் (associated state) உள்ளன. உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் தனித்தனி மூலக்கூறுகளாகப் பிரிந்து காணப் படுகின்றன. 520°C-க்கு மேல் வெப்பத்தால் இது சிதைவடைகிறது.

அசெட்டிக் அமிலம் எளிதில் நீரில் கரையும். பல கரிமச் சேர்மங்களுக்கும் ஃபாஸ்ஃபரஸ், கந்தகம், அய்ட்ரஜன் ஆலைடுகள் போன்றவற்றிற்கும், அசெட்டிக் அமிலம் ஒரு கரைப்பானாகும்.

வேதியியல் வகையில் இது ஒரு வீரியம் குறைந்த ஒற்றைக் காரத்துவ (monobasic) அமிலமாகும். கார்பாக்சில் தொகுதி, காரங்களுக்குப் புரோட்டான் (proton) வழங்கும் தன்மையுடையது. அசெட்டிக் அமிலமும் இதன் இணைகாரமான (conjugate base) அசெட்டேட் அயனியும் உயர்வேதி வினைகள் போன்ற பல்வகை வினை அமைப்புகளில் சரியான அமிலத் தன்மையை நிலைநிறுத்துவதில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன.

அசெட்டிக் அமிலத்தின் அமில இயல்புக்கான சம நிலை மாறிலி நீரில் 25°Cயில் 1.8×10^{-5} (pKa=4.8). மற்ற கரைப்பான்களில் சமநிலை மாறிலி, கரைப்பானின் புரோட்டான் ஏற்புத் திறனைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

வேதி வினைகள்

அசெட்டிக் அமிலம் காரங்களுடன் வினைபுரிந்து உப்புகளைத் தருகிறது.

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

மூலக்கூறிலிருந்து நீர்மூலக்கூறை வெளியேற்றுவதால் அசெட்டிக் நீரிலியைத் தருகிறது.

$$2CH_3COOH \xrightarrow{-H_2O} CH_3CO.O.CO.CH_3$$

இந்த நீரிலியைப் பெற, சோடியம் அசெட்டேட்டையும், அசெட்டைல் குளோரைடையும் வினைப்படுத்தல் சிறப்பானது.

ஃபாஸ்ஃபரஸ் டிரைகுளோரைடு அல்லது ஃபாஸ்ஃபரஸ் பென்ட்டா குளோரைடுடன் வினைபுரிகையில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதி குளோரினால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்டு அசெட்டைல் குளோரைடு விளைகிறது.

$$3CH_3COOH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3 \cdot COCl + P(OH)_3$$

$$CH_3COOH + PCl_5 \longrightarrow CH_3COCl + POCl_3 + HCl$$

அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமில முன்னிலையில் ஆல்கஹால்களுடன் வினைபுரிந்து எஸ்டர்களைத் (esters) தருகிறது.

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

சாதாரண ஆக்சிஜனேற்றிகளால் அசெட்டிக் அமிலம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே செல்களில் (cells) நிகழும் கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர்வேதி சிதைவுச் செய்முறைகளின் இறுதி விளைபொருள் பொதுவாக அசெட்டிக் அமிலமேயாகும்.

அசெட்டிக் அமிலம் லித்தியம் அலுமினியம்ஹைட்ரைடினால் குறைக்கப்படும்போது (reduction) எதில் ஆல்கஹாலைத் தருகிறது.

$$CH_3COOH \xrightarrow{LiAlH_4} CH_3.CH_2OH$$

இத்தகைய கலப்பு உலோக ஹைட்ரைகளைப் பயன்படுத்தத் தொடங்குமுன்னால் கார்பாக்சில் அமிலங்களை நேரடியாகக் குறைப்பதற்கு வழி கிடைக்காமலிருந்தது.

இதன் அம்மோனிய உப்பைச் சூடாக்குவதால் நீர் நீக்கம் செய்யப்பட்டு அசெட்டமைடு (acetamide) விளைகிறது.

$$CH_3COONH_4 \longrightarrow CH_3 \cdot CO \cdot NH_2$$

அசெட்டிக் அமிலத்தின் அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரஜன்கள் குளோரினால் பதிலீடு செய்யப்படுதல், ஹைட்ரோகார்பன்களின் வினையைப் போலவே நிகழ்கிறது.

$$CH_3COOH \xrightarrow{Cl_2} CH_2Cl.COOH \xrightarrow{Cl_2}$$

$$CHClc.COOH \xrightarrow{Cl_2} CCl_3.COOH$$

அசெட்டிக் அமிலத்தைக் கண்டறியப் பின்வரும் சோதனைகளைக் குறிப்பிடலாம். எதில் (ethyl) ஆல்கஹாலுடனும், அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடனும் சேர்த்துச் சூடாக்கினால் இனிய எஸ்டரின் மணத்தை அறியலாம். அல்லது ஆர்சீனியஸ் ஆக்சைடுடன் (arsenious oxide) சூடாக்குகையில் விளையும் நச்சுப் பொருளான காகோடைல் ஆக்சைடின் (cacodyl oxide) உறைக்கும் நெடியிலிருந்து கண்டறியலாம். அசெட்டிக் அமிலம் முற்றிலும் தூய்மையானதாக இருந்தால், அதனுடன் சேர்க்கப்படும் ஒரு துளி பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் நிறம் நீக்கப்படாமல் இருக்கும்.

பயன்கள்

அசெட்டிக் அமிலம் வேதியியல் ஆய்வுக்கூடங்களிலும் தொழிற்கூடங்களிலும், நன்கு பயன்படும் ஒருகாரணியாகும். வினிகர் என்ற வடிவத்தில் அளிக்கும் வீட்டுப் பயன்களைத் தவிர, இச்சேர்மம், அசெட்டோன் போன்ற பல வேதிப்பொருள்கள், சாயங்கள், வாசனைப் பொருள்கள், மருந்துகள், செல்லுலோஸ் அசெட்டேட், வைனல் அசெட்டேட் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது.

உப்புகள்

அசெட்டிக் அமிலத்தின் உப்புகளில் கார உலோக அசெட்டேட்கள் நீரில் நன்கு கரைவதுடன் முழுவதும் பிரிகை அடைகின்றன. நீரற்ற சோடியம் அசெட்டேட் ஈரம் உறிஞ்சும் (hygroscopic) பண்புடையது என்பதால் கரிமத் தொகுப்பு முறைகளில் நீரகற்றும் காரணி (dehydrating agent) யாகப் பயன்படுகிறது. அலுமினியம், குரோமியம், இரும்பு போன்ற உலோகங்கள் கரையாத கார அசெட்டேட்களைத் தருகின்றன. இவை சாயத்தைக் கெட்டிப்படுத்தும் நிறம் நிறுத்திகளாகப் (mordants) பயன்படுகின்றன.

இயற்கையில் கிடைக்கும் இனிப்பான காரீய அசெட்டேட் $Pb(O.CO.CH_3)_2.3H_2O$ காரீயச் சக்கரை (sugar of lead) என்றழைக்கப்படும். இது நிறமிகள் (pigments) தயாரிப்பில் பயன்படும். கார காரீய அசெட்டேட் மருந்துப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. வெர்டிக்ரிஸ் (Verdigris) எனப்படும் கார தாமிர அசெட்டேட் வண்ணப் பொருள் தயாரிப்பில் தேவைப்படுகிறது. அலுமினியம் அசெட்டேட் சீழ் எதிர்ப்பியாகவும் (antiseptic),மலமிளக்கி (astringent) ஆகவும் மருத்துவத்தில் பயன்படும்.

ரத்தத்தின் காரத்தன்மையை அதிகரிக்கவோ, சிறுநீரின் அமிலத்தன்மையைக் குறைக்கவோ, பொட்டாசியம் அசெட்டேட் உட்கொள்ளப்படும். அசெட்டேட் ரத்தத்தில் கலந்து கார்பனேட்டாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து காரத்தன்மை தருகிறது. நேரடியாகக் கார உப்புகள் உட்கொண்டால் ஏற்படக்கூடிய செரிப்புப் பாதையின் பாதிப்பை இது தவிர்க்கிறது.

தூய அசெட்டிக் அமிலம் சில சமங்களில் காலடியில் ஏற்படும் 'காலாணி' (corn) என்னும் வெளித்தோல் தடிப்பை நீக்க அரிப்பு மருந்தாக ஏற்கப்படும். கடும் காய்ச்சலின்போது தோலைத் தூய்மைப்படுத்த நீர்த்த வினிகர் கரைசலால் துடைப்பதுண்டு. இவை தவிர உட்கொள்ளும் மருந்தாக ஏற்கும் வகையில் அசெட்டிக் அமிலத்திற்கு எவ்வித இயல்பும் இல்லை சில இடங்களில் பருமனைக் குறைக்க வினிகரைத் தொடர்ந்து அருந்தும் வழக்கம் உள்ளது. இது நல்லதன்று, தொடர்ந்து உட்கொள்வதால் வயிற்றின் சவ்வுகள் அரிக்கப்பட்டு உணவு செரித்தல் பாதிக்கப்படலாம். காண்க: ஆக்சிஜன் ஏற்ற முறை; அசெட்டமைடு; எஸ்டர்; கரைப்பான்.

கே.எஸ்.வா.

நூலோதி

1. **Mc Graw-Hill** *Encyolopaedia of Chemistry,* Fifth Edn., 1983.

2. **Finar, I.L.**, *Organic Chemistry,* Vol.1, Sixth Edn , ELBS., London, 1973.

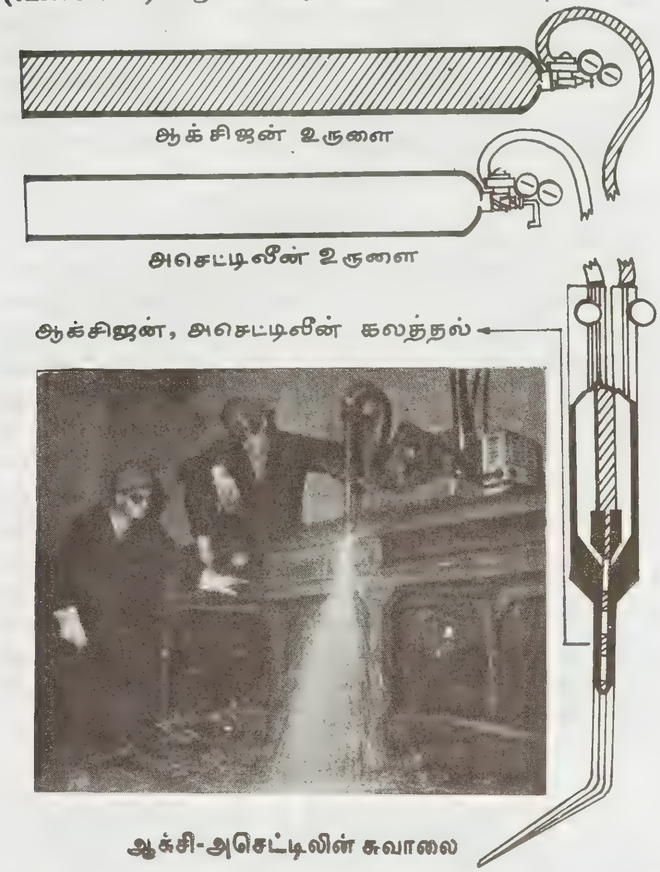
அசெட்டிலீன்

இது C_2H_2 என்ற மூலக்கூறு வாய்பாடு கொண்ட கரிமச் சேர்மம். அசெட்டிலீன் (acetylene) ஈதைன் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. கால்சியம் கார்பைடின் மீது தண்ணீரைச் சேர்ப்பதன் மூலம் இவ்வளிமம் அதிக அளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பெட்ரோலியம் தூய்மை தொழிற்சாலைகளிலிருந்து (refineries) உடன் பொருளாகவும் ஏராளமான அளவில் கிடைக்கிறது. மெதேன்-எதேன் கலவையைப் பிளப்பு செய்வதன் மூலமும், எதேன் புரோபேனை நீராவியுடன் சேர்த்து 1000-1300°C வரை சூடேற்றுவதனாலும், எதிலீன் புரோமைடை ஆல்கஹால் கலந்த பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சூடுபடுத்தியும், இவ்வளிமத்தை அதிக அளவில் பெறமுடிகிறது.

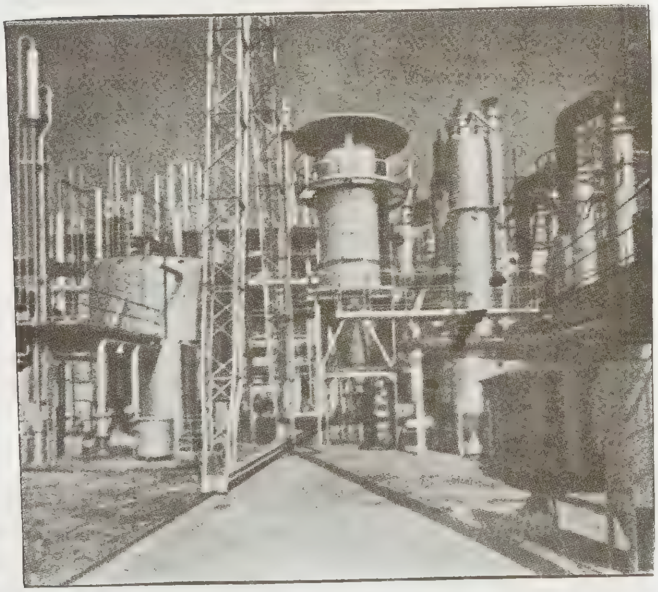
இயற்பியல் பண்புகள்

தூய்மையான நிலையில் இது நிறமற்ற, மணமற்ற வளிமம். தூய்மையற்ற நிலையில் இது பூண்டைப் போன்ற மணமுள்ளது. காற்றை விட இலேசானது. சுவாசித்தால்நச்சுத்தன்மையுடையது.(20-40%க்கு மேல் அபாய விளைவுகளைக் கொடுக்கும்). இதன் உறை நிலை —81°C (பதங்கமாகிறது), 0°Cயில் 21.5 வளி மண்டல அழுத்தத்தில் திரவமாகிறது. 37° (நிலைமாறு வெப்பநிலை)க்குக் கீழே 68 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் (atmospheric pressure) இது நீர்மமாகிறது. நீரில் மிதமாகக் கரையும் தன்மையுடையதாகவும் அசெட்டோனில் எளிதில் கரையும் தன்மையுடையதாகவும் இருத்தலால் இதனை அழுத்தத்தை அதிகரிப்பதன் மூலமும் குளிரச் செய்வதன் மூலமும் நீர்மமாக்கிச் சேகரித்து வைப்பது ஆபத்தானது. ஆல்கஹால்,

பென்சீன், அசெட்டிக் அமிலம், குளோரோஃபார்ம் (chloroform) ஆகிய கரைப்பான்களில் கரையும்.



ஆக்சி-அசெட்டிலின் சுவாலை



அசெட்டிலின் தயாரிக்கும் தொழிற்கூடம்

வேதிப் பண்புகள்

அசெட்டிலீனில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் அமிலத் தன்மையுடையன. தாமிரத்துடனும், வெள்ளியுடனும் கரையாத வெடிக்குந் தன்மையுடைய உப்புகளைக் கொடுக்கும் (Cu_2C_2, Ag_2C_2). ஆகவே தாமிரம் அல்லது பித்தளைக் கலன்களை அசிட்டிலீனைச் சேகரித்து வைக்கப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

ஆலோஜனுடன் இரண்டு அல்லது நான்கு ஆலோஜன்கள் கொண்ட பெறுதிகளைக் கொடுக்கும்.

ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம் கீழ்க்கண்டவாறு வினை புரிகிறது.

$$CH \equiv CH + HOCl \longrightarrow CHCl = CHOH \xrightarrow{HOCl} Cl_2CH\ CH\ (OH)_2$$

அசெட்டிலீனிலிருந்து கிளையாக்சாலும், ஃபார்மிக் அமிலமும் (formic acid) கீழ்க்கண்டவாறு தயாரிக்கப் படுகின்றன.

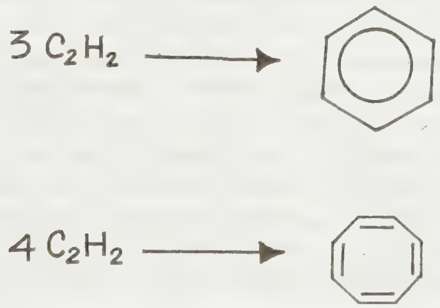
$$CH \equiv CH \xrightarrow[H_2O]{O_3} OHC\ CHO + HCOOH$$

மெர்க்கியுரிக் அயனியை வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தி அசெட்டிலீனைச் சூடான அசெட்டிக் அமிலத்தின் மேல் செலுத்தும்போது வைனைல் அசெட்டேட்டும் (Vinyl acetate) எத்திலிடின் டைஅசெட்டேட்டும் கிடைக்கின்றன (ethylidine diacetate).

$$CH \equiv CH + CH_3COOH \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_2 = CH\ O\ OC\ CH_3$$

$$CH_2 = CH\ O\ OC\ CH_3 + CH_3COOH \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_3\ CH\ (OOC\ CH_3)_2$$

அசெட்டிலீன் பல்லுறுப்பாக்கல் (polymerisation) வினைக்குட்பட்டு பென்சீனையும் வளைய ஆக்ட்டா டெட்ராயீனையும் (cycloocta tetraene) கொடுக்கிறது.



பயன்கள்

எஃகு, இரும்பை வெட்டுவதற்கும் உலோகங்களில் ஏற்பட்டுள்ள பிளவுகளை ஒட்டுவதற்கும் ஆக்சி-அசெட்டிலீன் சுவாலை (oxy-acetylene flame) பெருமளவிற்குப் பயன்படுகிறது. இந்தச் சுவாலை அதிக வெப்பம் உள்ளது (3300°C). அசெட்டால்டிஹைடு, அசெட்டிக் அமிலம், எதில் ஆல்கஹால், மோட்டார் எரிபொருள், வெஸ்ட்ரான் (Westron) போன்றவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. நீரால் பாதிக்கப்படாத துணிகள்

தயாரிப்பதற்கும் நீரினிடையே செல்லும் தந்திக்கம்பிகளுக்குப் பாதுகாப்புகள் தயாரிப்பதற்கும், பாலிவினைல் குளோரைடு (ployvinyl chloride) போன்ற பிளாஸ்டிக்குகள், வர்ணங்கள் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்குத் தேவையான மூலப்பொருள்களான வைனைல் சேர்மங்களைத் தயாரிப்பதற்கும், அசெட்டிலீனை அமிலங்கள், ஆல்கஹால்கள், ஃபீனால்கள், அமீன்கள் ஆகியவற்றோடு வினைபுரியச் செய்வதன் மூலம் தயாரிக்கலாம். பியூட்டாடையீன் (butadiene) அல்லது குளோரோபிரின் (chloroprene) போன்ற கரிமச் சேர்மங்களிலிருந்து செயற்கை முறையில் ரப்பர். தயாரிக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக அசெட்டிலீனிலிருந்து மிக எளிதாகத் தயாரிக்கலாம். காண்க: அல்க்கைன்; வெப்ப வேதியியல்.

எஸ்.நா.

நூலோதி

1. **Hawley, Gessner, G.**, *The Condensed Chemical Dictionary,* Tenth Edn., Galgotia Book Source Publishers, New Delhi, 1984,
2. **Finar, I.L.**, *Organic Chemistry,* Vol. I, Sixth Edn., ELBS, London, 1973.

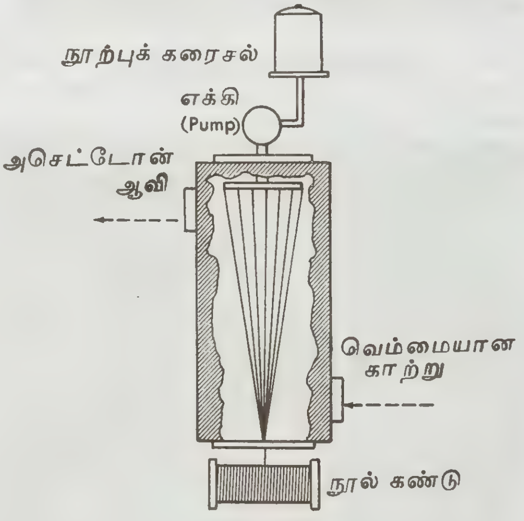
அசெட்டேட்டு இழை

இயற்கை உயிர்மத்தை (cellulose) மாற்றிச் செய்யப்படும் மனிதச் செயல்முறை இழையான இது 1924 முதல் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு வருகிறது. ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டு டிரேஃபஸ் (Dreyfus) சகோதரர்கள் இங்கிலாந்துக்குச் சென்று முதல் உலகப்போரின்போது அசெட்டேட்டுக் கரைசல் என்ற வானவூர்தி குழைவணத்தைக் (varnish) கண்டறிந்தனர். போர் முடிந்ததும் இவர்களே அசெட்டேட்டு இழை செய்யும் செயல்முறையையும் கண்டறிந்தனர். மூல அசெட்டேட்டுப் பொருளில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் (hydroxyl groups) இரா. மாற்றப்பட்ட அசெட்டேட்டில் சிறிது ஹைட்ராக்சில் தொகுதி இருக்கும். எனவே, நடைமுறையில் உள்ள எந்தச் சாயப் பொருளையும் பயன்படுத்தி இதற்கு நிறமூட்ட முடியாது. எனவே அசெட்டேட்டு இழைகளுக்குச் சாயமூட்ட, விரவு வகை சாயங்கள் (disperse dyes) கண்டறியப்பட்டன.

ரேயானைவிட அசெட்டேட்டு, பட்டு போன்ற ஆடைகளுக்கு ஏற்றது. இதன் கட்டமைப்பு, பொதி இழை வடிவில் இதை ரேயானுடன் பொருத்திக் கம்பளி போன்ற ஆடைகளைச் செய்ய உதவுகிறது.

இவ்வகை இழை ஆடைகள் இருவித பிரச்சினைகளை உடையன. ஒன்று இது சூடான சலவைப் பெட்டியால் தேய்க்கும்போது உருகுவது. மற்றொன்று இதன் வண்ணம் வளிமண்டலப் புகைகளால் நிறம் மங்கி மாறுவது. இதற்காக 1951இல் நிற மீட்புக் கரைசல்களும், 1955இல் மங்கல் தவிர்ப்புப் பொருள்களும் கண்டறியப்பட்டன. அசெட்டேட்டு ஆடை மின்னும் இயல்பினது. சிறிதும் நெளியாமை உடையது. சிக்கனமானது. ‘ஆர்னல்’ (Arnel) என அழைக்கப்படும் டிரை அசெட்டேட்டு இழை ஆடையை செலானீஸ் என்ற கம்பெனி அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில் முதன் முதலாக 1955இல் வெளியிட்டது.

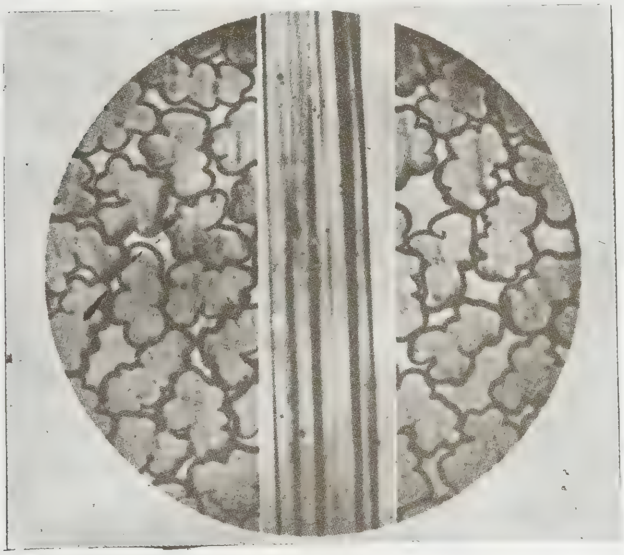
தொழிலாக்கமுறை. அசெட்டேட்டு, டிரை (tri) அசெட்டேட்டு என இருவகை அசெட்டேட்டு இழைகள் நடைமுறையில் செய்யப்படுகின்றன. இருவகை இழைகளும் செய்ய முதலில் மரக்கூழ் அல்லது பருத்திக் களத்திலிருந்து தூய்மை செய்யப்பட்ட உயிர்மத்திலிருந்து அசெட்டிக் அமிலம், அசெட்டிக் நீரிலி, வினைஊக்கி (catalyst) ஆகியவற்றைக் கலந்து டிரை அசெட்டேட்டு செய்யக் கரைசல் நீரிட்டு வயது முதிர (ageing)விடப்படுகிறது. இதனால் சில ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் உருவாகின்றன. அசெட்டேட்டு, அசெட்டோனிலும் (acetone), டிரை-அசெட்டேட்டு, மெத்திலின் குளோரைடிலும் கரையும். பிறகு இவை வெதுப்பான காற்றுக் கம்பத்தால் பிதிர்க்கப்பட்டுக் கரைபொருள் மீட்கப்படும். இந்தப் படலங்களைச் சற்றே இழுத்தபடி விட்டங்கள் (beams), கூம்புகள் (cones), அல்லது நூல்கண்டுகளில் (bobbins) சுற்றுவர்.



படம் 1. அசெட்டேட்டு இழை நூற்பு அறை

புறநிலைக் கட்டமைப்பு (Physical Structure). இருவகை அசெட்டேட்டு இழைகளும் பொதியிழையாகவோ, படல நூலாகவோ செய்யப்படுகின்றன. படல இழைகள் பேரளவில் செய்யப்படுகின்றன. பொதி இழைகள் பிற இழைகளுடன் பொருத்தி இணைந்து ஆடை தயாரிக்கவே பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அசெட்டேட்டும் டிரை அசெட்டேட்டும் நுண்ணோக்கியால் பார்க்கும்போது ஒரே கட்டமைப்பு உடையவையாகத்

தோன்றுகின்றன. இவற்றின் வெட்டுமுகம் மலர் இதழ் வடிவம் உடையது. (இதழ் வடிவம் பட்டிழைகளின் தனி வடிவமாகும்). நூற்பில் கரைப்பான் ஆவியாகும்போது இழை திண்மமாகும் நிலையில் இதழ் வடிவம் விளைகிறது. மினுமினுப்புக்காகத் தட்டை வடிவ இழைகளும், தலையணை, படுக்கை நிரப்புக்காக 'Y' வடிவ இழைகளும் செய்யப்படுகின்றன.



நெடுக்கு – குறுக்குத் தோற்றங்கள்

படம் 2. அசெட்டேட்டு இழையின் ஒளி நுண் வரைபடம்

வேதியல் உட்கூறுகளும் மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பும் (Chemical Composition and Molecular Structure). அசெட்டேட்டு என்னும் செய்முறை இழையின் உட்பொருள் செல்லுலோஸ் அசெட்டேட் ஆகும். 92 விழுக்காடு ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் அசெட்டைல் ஆக்கம் உற்றால் அதை டிரை அசெட்டேட்டு என்பர்.

படம் 3. அசெட்டேட்டு (2) ஆர்னல் (1) ஆகிய துணிகளின்பால் வெப்பத்தின்விளைவு. (ஒளிப்படம்).

அசெட்டேட்டு ஒரு செல்லுலோஸ் எஸ்டர். எனவே இது ரேயான், பருத்தி ஆகிய இழை வகைகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது. டிரை அசெட்டேட்டில் எல்லா ஹைட்ராக்சில் (OH) தொகுதிகளும் அசெட்டைல்களாக மாற்றப்பட்டுள்ளன. மூலக்கூறுகள் தொலைவாக விலக்கப்படுவதால் படிகக் கட்டமைப்பு ஏற்படுவதில்லை. நீரகப்பிணிப்பு (hydrogen bond) இல்லாததால் கவர் திறமும் (affinity) குறைந்து காணப்படும். நீர் மூலக்கூறுகள் உடனே உள் நுழைய முடிவதில்லை. எனவே அசெட்டேட்டின் நீருறிஞ்சியல்பு குறைவு. வேதியியல் கட்டமைப்பு மாறுவதால் சாயக் கவர்திறமும் (dye affinity) மாறும்.

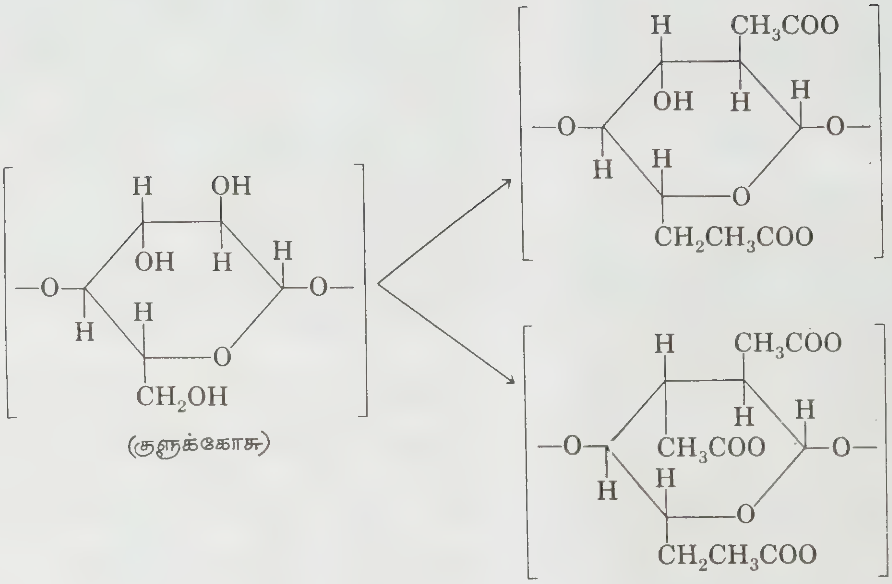
அசெட்டேட்டு ஒரு வெப்பக் குழைமம் (thermoplastic). அதனால் இதன் இருவகையும் இரு முறைகளில் வெப்பத்துக்கு எதிர்வினை புரிகின்றன. டிரை அசெட்டேட்டு வெப்பம் தரும்போது எளிதாக இயங்கும். அசெட்டேட்டு சமச் சீர்மையற்றிருப்பதால் இயங்காது.

இயல்புகள் (properties). அசெட்டேட்டின் பல பண்புகள் இதை ஒரு நல்ல துகில் இழையாக்குகின்றன. இது விலை மலிவானது. அழகான மடிப்பு ஏற்புத் திறம் (drapability) உடையது. இது அழகியது. பாதுகாப்பும் உழைப்புத் திறனும் தேவைப்படாமல், அழகு மட்டுமே வேண்டியபோது இந்த இழையாடை பெரிதும் வரவேற்கப்படுகிறது. இது ஒண்பட்டு (satin), புரோக்கேடு (brocade), டஃபேட்டா (taffeta) ஆகியவற்றுக்கு மிகவும் ஏற்ற இழை. அசெட்டேட்டின் பொறிப்புச் சீர்செயல்கள் நெடுநாள் நிலைக்கும். டிரை அசெட்டேட்டை வெப்பத்தால் நிலையாக இறுகச் செய்யலாம். அசெட்டேட்டின் வெண்ணிறம் நீடித்து நிற்கும். பட்டு வெண்மையோ நாட்பட நாட்பட மஞ்சளாகிவிடுகிறது.

இதன் உழைப்புத் திறன் மிகவும் குறைவு. அறுந்திடும் இழு வலிமை 1.2-1.5; மிகவும் வலிவற்ற இழை. இது பிற வலிவில்லா இழைகளைப் போல மீட்சிப் பண்பும் அற்றது. இதன் அறுதல் நீட்சி (breaking elongation) 25 விழுக்காடே. மீட்சி இயல்பு 58 விழுக்காடே. இதன் சிராய்ப்பு எதிர்ப்புத் திறமும் மிகவும் குறைவானதே. சிறிதளவு நைலான் கலந்து இதன் வலிமையைக் கூட்டலாம்.

அசெட்டேட்டு 6 விழுக்காடு ஈர மீட்பும் (moisture regain) டிரை அசெட்டேட்டு 3-8 விழுக்காடு ஈர மீட்பும் உடையன.

கார, மென்-அமில எதிர்ப்புத் திறனுடையது. இதை ஃஅயிப்போகுளோரைடாலோ, பெராக்சைடாலோ சலவை செய்யலாம். அசெட்டேட்டு அசெட்டோனில் கரையும். இரு வகையும் உலர் சலவை ஏற்பன. டிரை அசெட்டேட்டை எந்திரச் சலவை செய்து உலர்த்தலாம்



(குளுக்கோசு)

அசெட்டேட்டு

டிரைஅசெட்டேட்டு

வேதியியல் வாய்பாடு

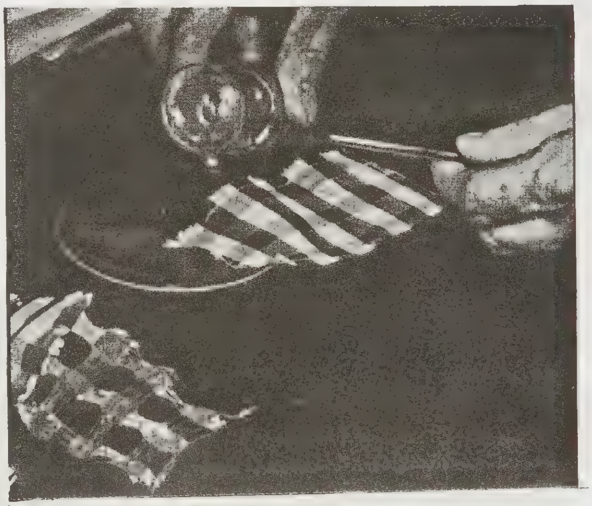
இரு அசெட்டேட்டுகளும் வெவ்வேறு அளவு வெப்பக் குழைமங்கள். வெவ்வேறு அளவு வெப்ப மாற்றமுடையவை. அசெட்டேட்டு 350° செ—375° செ-இல் ஒட்டும். 446°செ-இல் உருகும். டிரை அசெட்டேட்டு 482° செ-இல் ஒட்டும். 550° செ-இல் உருகும். டிரை அசெட்டேட்டைச் செயற்கை இழைகளைப் போல் வெப்ப மூட்டி நிலையான வடிவை அடையச் செய்யலாம். அசெட்டேட்டை அப்படிச் செய்ய முடியாது.

அசெட்டேட்டு, டிரை அசெட்டேட்டு அளவுக்கு மீட்சிப் பண்பு உடையதன்று. அசெட்டேட்டு, டிரை அசெட்டேட்டைவிடச் சுருங்கிச் சுருக்கமுறும். இரு வகையும் தீயில் எரிபவையே. அசெட்டேட்டு நுண்ணுயிர் (bacteria), பூஞ்சணம் (fungi), பாசி, சிறுபூச்சி (moth) ஆகியவற்றை எதிர்க்கும்.

அசெட்டேட்டு இழைகளை அசெட்டோன் சோதனை அல்லது எரிதல் சோதனை மூலம் கண்டறியலாம்.

அசெட்டேட்டும் ரேயானும் மிகப்பழைய மனிதச் செயல்முறை இழைகள். இவற்றினை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கக் கீழுள்ள அட்டவணை பயன்படும்.

வகைகள். அசெட்டேட்டுகள் கரைசலில் சாய மூட்டக் கூடியவையாகவும் தீத்தடுப்பிகளாகவும் (flame retardants), சூரிய ஒளி எதிர்ப்பிகளாகவும், மெத்தை நிரப்பிகளாகவும் (fibre fills), யாப்புடைய படலங்களாகவும் (textured filament), மாற்றப்பட்ட குறுக்குவெட்டு முகம் உடையனவாகவும், மெல்லிய அல்லது திண்ணிய படலங்களாகவும், பிற இழைகளுடன் கலந்து கூட்டிழை நூல்களாகவும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அசெட்டேட்டு, டிரை அசெட்டேட்டுகளின் வகைகளும் வணிகப் பெயர்களும் அடுத்த பக்கத்தில் தரப்பட்டுள்ளன.



படம் 4. அசெட்டேட்டு இழையை இனங்காணும் அசெட்டோன் சோதனை (ஒளிப்படம்)

அசெட்டேட்டும் ரேயானும் மிகப்பழைய மனிதச் செயல்முறை இழைகள். இவற்றினை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கக் கீழுள்ள அட்டவணை பயன்படும்.

ரேயான்	அசெட்டேட்டு
வேற்றுமைகள்	
ஈர நூற்பு	உலர் நூற்பு
மீளாக்க உயிர்மம்	உயிர்மத்தின் ஒரு கொணர் பொருள்
பல் வெட்டுமுகம்	இதழ் வெட்டுமுகம்
பொதியாகப் பேரளவில் செய்யப்படுவது	படலமாகப் பேரள்வில் செய்யப்படுவது
திட்டு திட்டாகும் (scorches)	உருகும்
உயர் உறிஞ்சியல்புடையது	போதுமான உறிஞ்சியல்புடையது
நிலையற்றது	நிலையானது
அசெட்டோனில் கரையாது	அசெட்டோனில் கரையும்
வட்டை (tyre) செய்யப் பயன்படுகின்றது	தொழிலகத்தில் பயன்படுவதில்லை
மெத்தை நிரப்ப உதவாது	மெத்தை நிரப்ப உதவும்
வண்ணம் முறியும் (crack); கசியும் (bleed)	வண்ணம் நெடிப் புகைகளால் மங்கும் (fade)
பனி ஏற்கும்	பனி எதிர்க்கும்
ஒற்றுமைகள்	
விலை மலிவு	விலை மலிவு
வலிமை குறைவு	வலிமை குறைவு
குறைந்த சிராய்ப்பு எதிர்ப்புடையது. குளோரினால் சலவை செய்யலாம்	குறைந்த சிராய்ப்பு எதிர்ப்புடையது. குளோரினால் சலவை செய்யலாம்
தீப்பற்றும்	தீப்பற்றும்

அசெட்டேட்டு, டிரை அசெட்டேட்டுகளின் வகைகளும் வணிகப் பெயர்களும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

அசெட்டேட்டு வகை	வணிகப் பெயர்
1. இயல்பு வகை	செலானீஸ் (celanese) எஸ்ட்ரான் (estran)
2. கரைசல் சாயம் ஊட்டும் வகை	செலாபெர்ம் (celaperm) குரோம்ஸ்பன் (chromspun) ஆவி கலர் (avi colour)
3. குறுக்கு வெட்டுமுகம் மாற்றப்பட்ட வகை	செலாஃபில் (celafil) செலாகிளவுடு (celacloud)
4. யாப்புடைய வகை	செலாகிரிம்ப் (celacrmip) செலாரா (celara) லாஃப்சுரா (loftura) ADA வகை
5. தீத்தடுப்பு வகை	14 எஸ்ட்ரான் வகை
6. இயல்பு டிரை அசெட்டேட்டு	ஆர்னல் வகை DDC வகை
7. கூட்டிழைகள் அசெட்டேட்டு/பாலியெஸ்டர் அகடுபருத்த நூல் (core bulked yarn)	லானீஸ் (lanese)
டிரை அசெட்டேட்டு/நைலான் படல நூல் (filament yarn)	ஆர்னல் பிளஸ் (Arnel plus)

நூலோதி

1. N. Hollen, J. Saddler, A. L. Langford, *Textiles,* Fifth Edition, Macmillan Publishing Company, New York.
2. Grosicki. *Watson's Textile Design & Colour,* Newnes-Butterworths, London, 1980.

அசெட்டைல் அசெட்டோன்

இது டைஅசெட்டைல்மெதேன் (diacetyl methane) என்றும், 2,4-பென்டேன்டைஓன் (2,4-pentanedione) என்றும் வழங்கப்படுகிறது. இது எதில் அசெட்டேட்டுடன் (ethyl acetate) அசெட்டோன் (acetone) குறுக்கு வினை (condensation) புரிவதால் கிடைக்கிறது.

$$CH_3COOC_2H_5 + CH_3COCH_3 \xrightarrow{C_2H_5\,ONa} CH_3COCH_2\,CO\,CH_3$$

அசெட்டைல்அசெட்டோன் (acetyl acetone) நிறமற்ற அல்லது ஓரளவு மஞ்சள் நிறமான, எளிதில் பாயும் நீர்மம். இதனைக் குளிர்வித்தால் பளபளப்பான முத்துப்போன்ற ஒளிரும் துகள்களாக மாறுகின்றது. அசெட்டைல்அசெட்டோன் ஒளியால் பாதிக்கப்படக் கூடியது. ஒளிபடும் போது இதன் நிறம் மாநிறமாகி, ரெசினைப் (resin) போல் மாறிவிடுகிறது. இதன் கொதி நிலை 150.5°C; உறைநிலை −23.5°C. இது சிறிதளவு ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் கலந்த நீரில் எளிதாகவும், அமிலம் கலக்காத நீரில் குறைந்த அளவும், ஆல்கஹால், குளோரோஃபார்ம் (chloroform), ஈதர், (ether) ஆகிய கரிமக் கரைப்பான்களில் சுமாராகவும் கரையக்கூடியது. எளிதில் தீப்பற்றக் கூடியது. இடைநிலைப் பொருளாகவும் (intermediate) செல்லுலோஸ் அசெட்டேட்டைக் (cellulose acetate) கரைக்க உதவும் கரைப்பானாகவும், வர்ணப்பூச்சை (paint) உலர வைக்கும் பொருளாகவும், பூச்சிகொல்லியாகவும் (insecticide), அசெட்டைல் அசெட்டோன் பயன்படுகிறது. கொடுக்கிணைப்பு வினைபொருளாகவும் (Chelating agent) பயன்படுகிறது.

நூலோதி

1. Hawley, Gessner G., *The Condensed Chemical Dictionary,* 10th Edition, 1984.
2. Finar, I.L., *Organic Chemistry,* Vol. I. Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

அசெட்டைல் எண்

இது அசெட்டைல் மதிப்பு (acetyl value) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு கிராம் அளவுள்ள அசெட்டைல் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட கொழுப்பிலிருந்து அல்லது எண்ணெயிலிருந்து சோப்பாக்கம் (saponification) செய்யப்படும்பொழுது கிடைக்கும் அசெட்டிக் அமிலத்தை நடுநிலையாக்க எவ்வளவு மில்லிகிராம்கள் அளவு பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு தேவைப்படுகிறதோ அதுவே அசெட்டைல் எண் (acetyl number) அல்லது அசெட்டைல் மதிப்பு (acetyl value) என்று வழங்கப்படுகிறது. அசெட்டைல் ஏற்றமானது சம அளவுள்ள எண்ணெய் அல்லது கொழுப்பையும் அசெட்டிக் நீரிலியையும் (acetic anhydride) கலந்து கொதிக்க வைப்பதனால் நடக்கிறது.

அசெட்டைல் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட அல்லது செய்யப்படாத கொழுப்புகளின் சோப்பாக்க மதிப்பு (saponification value) முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பின்பு அதிலிருந்து அசெட்டைல் மதிப்பு கணக்கிடப்படுகிறது. அசெட்டைல் மதிப்பானது கொழுப்பிலோ எண்ணெயிலோ எவ்வளவு ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் உள்ளன என்பதைக் குறிக்கும். காண்க: சோப்பாக்கம்.

நூலோதி

1. Hawley, Gessner G., *The Condensed Chemical Dictionary,* 10th Edition, 1984.
2. Finar I. L., *Organic Chemistry,* Vol I, Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

அசெட்டைல் நைட்ரேட் ($H_3CCOONO_2$)

அசெட்டைல் நைட்ரேட் (acetyl nitrate) நிறமற்ற, புகையும் தன்மை கொண்ட நீர்மம். நீர் உறிஞ்சும் பண்புள்ளது. இதன் அடர்த்தி 1.24; கொதி நிலை 22°C/70mm. அசெட்டிக் நீரிலி நைட்ரஜன் பென்டாக்சைடுடன் வினைபுரிவதால் அசெட்டைல் நைட்ரேட் கிடைக்கிறது.

$$(CH_3CO)_2O + N_2O_5 \longrightarrow 2CH_3COONO_2$$

இதனை 55°C வெப்பநிலைக்கு மேல் வெப்பப்படுத்தினாலோ மெர்குயூரிக் ஆக்சைடு முன்னிலையில் வெப்பப்படுத்தினாலோ வெடிக்கிறது. தோலையும், மூச்சுக் குழாயையும் அரிக்கும் தன்மை வாய்ந்தது. நச்சுத் தன்மையுடையது. இது கரிமச் சேர்மங்களில் நைட்ரஜன் ஏற்றியாகப் பயன்படுகிறது.

நூலோதி

1. Hawley, Gessner, G., *The Condensed Chemical Dictionary,* Tenth Edition, 1984.
2. Finar I.L., *Organic Chemistry* Vol. 1, Sixth Edition ELBS, London 1973.

அசெட்டோ அசெட்டிக் அமிலம்

அசெட்டோ அசெட்டிக் அமிலம் (Aceto acetic acid), பீட்டா ஹைட்ராக்சி பியூட்டரிக் அமிலம் (B-Hydroxy-butyric acid), அசெட்டோன் (Acetone) ஆகிய இம் மூன்றும் கீட்டோன் பொருள்கள் (Ketone bodies) அல்லது அசெட்டோன் பொருள்கள் (Acetone bodies) எனப்படுகின்றன. இவை கல்லீரலில் உருப்பெறும் முறைக்கு கீட்டோன்கள் உண்டாதல் (Ketogenesis) எனப்பெயர். இயல்பான நிலையில் இவை இரத்தத்தில் மிகச் சிறிதளவே கலந்துள்ளன. இயல்பான நிலையில் கீட்டோன் பொருள்களின் அடர்த்தி 100மி.லி. இரத்தத்தில் 1.மி. கிராம் என்ற அளவிலும், இருபத்து நான்கு மணி நேரத்தில் வெளியேற்றப்படும் சிறுநீரில் 125 மி. கிராம் என்ற அளவிலும் அமைந்துள்ளது. சிறுநீரில் இந்த அளவு மிகும் நிலை அசெட்டோன் நீரிழிவு அல்லது கீட்டோன் நீரிழிவு (Acetonuria or ketonuria) எனப்படும்.

இயல்பாகக் கீட்டோன் பொருள்கள் இரத்தத்தின் வழி சிறுநீரகத்தையும், திசுக்களையும் சென்றடைகின்றன. திசுக்களில் அசெட்டோ அசெட்டிக் அமிலம், அசெட்டோஅசெட்டைல் கோ.ஏ.(Aceto acetyl Co-A) வாக உருமாறிப் பின் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது (Oxidised). பின் இது தையோலேஸ் (Thiolase) எனும் நொதியால் அசெட்டைல் கோ. ஏ. (Acetyl Co-A) என்ற மூலப் பொருளாகி, மூன்று கார்பாக்சிலிக் அமில வளைவுக்குள்ளாகிறது. (Tri carboxylic acid cycle). இவ்வாறு கீட்டோன் பொருள் உரு அழிவதற்குக் கீட்டோன் அழிதல் (Ketolysis) எனப் பெயர். கல்லீரலில் கீட்டோன் உருப்பெறல், எஞ்சிய திசுக்களில் கீட்டோன் அழிதலை விஞ்சி இரத்தத்தில் கீட்டோன் பொருள்களின் அடர்த்தி மிகுந்து காணப்படும் நிலை கீட்டோன் மிகைத்தல் (Ketonemia) எனப்படும். இந்நிலையில் சிறுநீரில் கீட்டோன் பொருள்களின் அளவும் மிகுந்து காணப்படும்.

இயல்பாகவே அசெட்டோனுக்கு ஆவி அழுத்தச் (Vapour pressure) சக்தி சற்று உண்டு. கீட்டோன் நீரிழிவும், கீட்டோன் மிகைத்தலும் மிகுந்து காணப்படும் நிலையில் வெளியிடும் மூச்சுக் காற்றில் அசெட்டோன் மணம் (Acetone odour) வீசும்.

கீட்டோன் மிகைத்தல், கீட்டோன் நீரிழிவு, அசெட்டோன் மணம் இம்மூன்றும் சேர்ந்த இந்நிலை கீட்டோசிஸ் (Ketosis) எனப்படும். கீட்டோசிஸ் மிகும்பொழுது அமில மிகைத்தலும் (Acidosis) மிகுந்து, அதனால் அதிகப்படியான நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. இந்நிலையில் நோயாளிக்கு நீர் வறட்சி (Dehydrated), அமில மிகைத்தலால் உண்டாகும் பாதிப்பு (Acidotic) ஆகியவை ஏற்பட்டு நோயாளி மயக்க நிலைக்குத் (Comatose stage) தள்ளப்படுகிறார். இந்நிலை சர்க்கரை நோயிலும் (Diabetes mellitus), பட்டினி நிலையிலும் (Starvation) காணப்படுகின்றது. பட்டினி நிலையில் கார்போஹைட்ரேட் பற்றாக்குறையும், சர்க்கரை நோயில் கார்போஹைட்ரேட்டைச் சரியாகப் பயன்படுத்த முடியாத நிலையும் ஏற்படும். இந்நிலையில் உடல் தனக்கு வேண்டிய சக்தியைக் கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கிளைக்கோஜன் (Glycogen) மூலம் சிறிது காலம் பெறுகிறது. கிளைக்கோஜனும் தீர்ந்துவிட்ட நிலையில் கொழுப்பிலிருந்து தன் சக்தியைப் பெறுகிறது. இவ்வாறு அதிகப்படுத்தப்பட்ட கொழுப்பு வளர்சிதை வினை மாற்றத்தின் வழி, மிகுந்த அசெட்டைல் கோ.ஏ.வும், கீட்டோன் பொருள்களும் உற்பத்தியாகிச் சிறுநீரில் வெளிப்படுகின்றன.

இவ்வாறு சிறுநீரில் வெளிப்படும் கீட்டோன் பொருள்களுக்குக் காரணத்தைத் தக்க ஆய்வுகள் மூலம் அறிந்து சிகிச்சை அளித்தல் வேண்டும். இந்நோய்க்கு உடன் சிகிச்சை தேவை. நோயாளிக்கு உடனே இன்சுலினைச் சிரை வழி ஏற்றி, மிகை கீட்டோன்களைக் குறைத்து நோயாளியைக் காப்பாற்றலாம்.

மு.இ.

நூலோதி

1. **Mrs. Ambiga Shanmugam, M.B.B.S.** *Fundamentals of Bio - Chemistry for Medical Students,* 1982. Published By Author.
2. **Cantarow A. and Schepartz. B.** *Bio - Chemistry,* W. B. Saunders Company, Philadelpha & London 1967.
3. **Harris, H.** *Human Bio-Chemical Genetics.* Cambridge University Press-1962.

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர்

அசெட்டோஅசெட்டிக் அமிலத்தின் எதில் எஸ்டர் எதில் அசெட்டோஅசெட்டேட் (ethyl acetoacetate) என்று அழைக்கப் பெறும். இதைப் பொதுவாக அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் என்று அழைக்கிறார்கள். அசெட்டோஅசெட்டிக் எதில் எஸ்டர் (acetoacetic ethyl ester) ஒரு நிறமற்ற, பழச்சாறு மணமுடைய நீர்மம். இது நீரிலும் மற்ற கரிம கரைப்பான்களிலும் கரையக்கூடியது. இதன் கொதிநிலை 180-181°C. எரியும் தன்மையுள்ளது. கரிம வேதியியலில் பல பயனுள்ள சேர்மங்களைத் தொகுப்பு முறையில் (synthesis) தயாரிக்க உதவுகிறது. மெருகுப் பூச்சாகவும் (polish) பயன்படுகிறது. மேலும் பிளாஸ்டிக்குகள், சாயங்கள், மருந்துப் பொருள்கள், வைட்டமின் பி (vitamin B), நறுஞ்சுவையூட்டும் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் இது பயனாகிறது.

எதில் அசெட்டோஅசெட்டேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாடு: $CH_3-CO-CH_2-COOC_2H_5$ இதிலுள்ள மெதிலீன் தொகுதி $(-CH_2-)$ இருபுறமும்

எலெக்ட்ரான் கவர் தொகுதிகள் (electron attracting groups) சூழ்ந்திருப்பதால், வீரியமுள்ள தொகுதியாகத் திகழ்கிறது. இதிலுள்ள ஓர் அய்ட்ரஜன், அடுத்துள்ள கார்பனுக்கு இடப்பெயர்ச்சி (shift) அடைவதன் மூலம், இச்சேர்மம், கரைசலில் இருவித இயங்கு சமநிலை (tautomerism) அமைப்புகளைக் காட்டுகிறது.

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-COOC_2H_5 \leftrightharpoons$$

93% கீட்டோ அமைப்பு

$$CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{C}=CH-COOC_2H_5$$

7% ஈனால் அமைப்பு

கரைசலில் இவ்விரு அமைப்புகளும் சமநிலையில் இருப்பதால், இவ்விரண்டிற்குமுள்ள பண்புகளை இச்சேர்மம் கொண்டுள்ளது. இத்தகைய இயங்கு சமநிலை, கீட்டோ–ஈனால் இயங்கு சமநிலை (keto - enol tautomerism) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த எஸ்டரில் உள்ள வீரிய மிக்க மெதிலீன் தொகுதியிலுள்ள (methylene group) அய்ட்ரஜன் அணுக்கள் எளிதில் இடப்பெயர்ச்சியடையும் தன்மையுடைமையால் இச்சேர்மம் பல்வேறு சேர்மங்களைத் தொகுத்துப் பெறுவதற்குப் பயன்படுகிறது.

தயாரிக்கும் முறை

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர், சோடியம், எதில் அசெட்டேட் (ethyl acetate), எதில் ஆல்கஹால் ஆகியவற்றின் முன்னிலையில் வினைப்படுத்திப் பெறப்படுகிறது. இவ்வினையில் இரு மூலக்கூறுகள் (எதில் அசெட்டேட்) சோடியம் ஈதாக்சைடின் (sodium ethoxide) முன்னிலையில் வினைப்பட்டு அசெட்டோ அசெட்டிக் எஸ்டரைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வினைக்குக் கிளைசன் குறுக்க வினை (Claisen condensation) என்று பெயர்.

$$CH_3COOC_2H_5 + HCH_2COOC_2H_5 \longrightarrow$$

$$CH_3COCH_2COOC_2H_5 + C_2H_5OH$$

தொகுப்பு முறைப்பயன்கள்

அல்க்கைல் அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டரின் தொகுப்பு

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டரை, சோடியம் எதாக்சைடுடன் வினைப்படுத்திக் கிடைக்கும் சோடியம் பெறுதியை (sodium derivative) அல்க்கைல் அயோடைடுடன் வினைப்படுத்தினால், அல்க்கைல் மோனோ அசெட்டோஅசெட்டிக்எஸ்டர்($CH_3COCHRCOOC_2H_5$) உண்டாகிறது. இது மீண்டும் சோடியம் எத்தாக்சைடுடனும் அல்க்கைல் அயொடைடுடனும் வினைப்பட்டு, டைஅல்க்கைல் ($CH_3COCRR'COOC_2H_5$) பெறுதியைத் தோற்றுவிக்கிறது.

α,β-அடைபடா அமிலங்களின் தொகுப்பு

கிநோவனகல் வினை (Knoevenagel reaction)

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டரில் ஒரு வீரியமிக்க மெதிலீன் தொகுதி இருப்பதால், இது கிநோவனகல் வினைக்கு உட்படுகிறது. இச்சேர்மம் ஆல்டிஹைடுகளுடனும் கீட்டோன்களுடனும் ஒரு காரத்தின் முன்னிலையில் வினைப்படுகிறது. கிடைக்கும் சேர்மத்தை அமில நீராற்பகுப்புக்குட்படுத்தினால் (acid hydrolysis) அடைபடா அமிலங்கள் கிடைக்கின்றன. (உ-ம், குரோட்டானிக் அமிலம்)

கீட்டோன்களின் தொகுப்பு

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் அல்லது அதன் அல்க்கைல் பெறுதியை நீர்த்த அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தினால், கீட்டோன் நீராற்பகுப்பு வினையின் (ketonic hydrolysis) மூலம் கீட்டோன்கள் கிடைக்கின்றன. (உ-ம். டைஅல்க்கைல்அசெட்டோன்)

ஹைட்ரோகார்பன்களின் தொகுப்பு

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டரையும், அதன் அல்க்கைல் பெறுதிகளையும் மின்பகுப்பு ஒடுக்கத்திற்குட்படுத்தினால் (electrolytic reduction) ஹைட்ரோகார்பன்கள் உண்டாகின்றன.

$$CH_3-COCH_2-COOC_2H_5 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3$$

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் → பியூட்டேன்

$$CH_3COCHRCOOC_2H_5 \longrightarrow$$

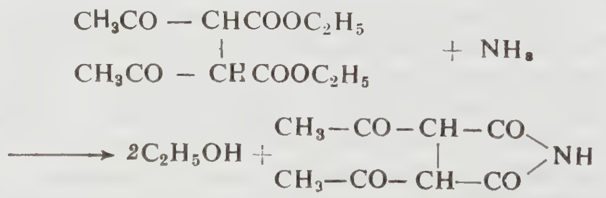
அல்க்கைல் அசெட்டோ அசெட்டிக் எஸ்டர்

$$CH_3-CH_2-CHRCH_3$$

2–அல்க்கைல் பியூட்டேன்

பிரோல் பெறுதி

சோடியோ அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் இரு மூலக்கூறுகளை அயோடினுடன் வினைப்படுத்தி உண்டாகும் டைஅசெட்டோசக்சினிக் எஸ்டரை (diaceto sucinic ester) அம்மோனியாவுடன் வினைப்படுத்தினால் பிரோல் பெறுதி (pyrrole derivative) கிடைக்கிறது.

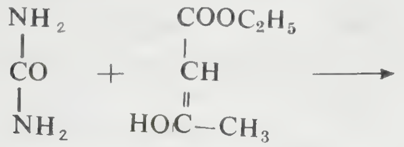


பிரோல் பெறுதி

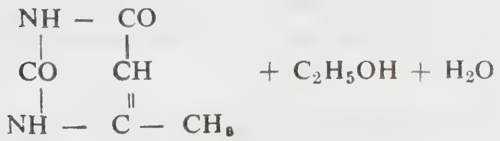
4-மெதில்யுராசில் தொகுப்பு

அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் யூரியாவுடன் (urea) வினைப்பட்டு 4-மெதில்யுராசிலைத் (4-methyl uracil)

தோற்றுவிக்கிறது. இதிலிருந்து யூரிக் அமிலத்தைப் (uric acid) பெறலாம்.



யூரியா — அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் (ஈனால் அமைப்பு)



4-மெதில்யுராசில்

டி.வி.கி.

நூலோதி

Finar I.L., *Organic Chemistry* Vol. I, Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

அசெட்டோஃபீனோன் ($C_6H_5COCH_3$)

இது ஃபினைல் மெதில் கீட்டோன் (phenyl methyl ketone), ஹைப்னோன் (hypnone), அசெட்டைல் பென்சீன் (acetylbenzene) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. அசெட்டோஃபீனோன் (acetophenone) ஒரு நிறமற்ற நீர்மம். நெடியும் இனிய மணமும், சுவையும் கொண்டது. இதன் கொதி நிலை 201.7°C. எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும் தன்மையுடையது. இது நீரில் மிதமாகவும், கரிமக் கரைப்பான்களிலும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்திலும் மிகுதியாகவும் கரையும். இது பென்சீனும் அசெட்டிக் நீரிலியும் (acetic anhydride) அல்லது அசெட்டைல் குளோரைடும் சேரும் ஃபிரிடல் கிராஃப்ட்ஸ் (Friedel-Crafts) வினைமூலம் கிடைக்கிறது. நறுஞ்சுவையூட்டும் பொருளாகவும் நல்ல மணம் உண்டாக்கும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. மருந்துகள், ரெசின்கள் மற்றும் பல கரிமப் பொருட்கள் தயாரிக்கும் முறைகளிலும் இது இடைநிலைப் பொருளாகப் (intermediate) பயன்படுகிறது.

நூலோதி

1. **Hawley, Gessner, G.**, *The Condensed Chemical Dictionary*, Tenth Edn. Galgotia Book Source Publishers, New Delhi, 1984.
2. **Finar, I.L.**, *Organic Chemistry*, Vol. I., Sixth Edn. ELBS, London 1973.

அசெட்டோ நைட்ரைல் ($H_3C\,CN$)

இது மெதில் சயனைடு (methyl cyanide) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. அசெட்டோ நைட்ரைல் (acetonitrile) ஒரு நிறமற்ற, அரோமேட்டிக் நெடி கொண்ட தெளிவான நீர்மம். இதன் கொதிநிலை 82°C. நீரிலும், ஆல்கஹாலிலும் கரையும் தன்மையுள்ளது. இதன் மின்தகை எண் (dielectric constant) அதிகமாகும். இதன் முனைவும் (polarity) அதிகமாகும். வேகமாக வினைபுரியக் கூடியது. புரோப்பிலினையும் அம்மோனியாவையும் பயன்படுத்தி அக்ரிலோ நைட்ரைல் (acrylonitrile) தயாரிக்கும் போது அசெட்டோ நைட்ரைல் துணைப்பொருளாகக் (by-product) கிடைக்கிறது. இது எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும்; மிதமான நஞ்சாகும் (moderately toxic). அசெட்டோ நைட்ரைலானது ஹைட்ரோகார்பன்களை, சிறப்பாக பியூட்டாடையினைப் (butadiene) பிரித்தெடுக்கும் வினையில் கரைப்பானாகவும் (solvent), இடைநிலைப் பொருளாகவும் (intermediate), தாவர எண்ணெய்களிலிருந்து (vegetable oil) கொழுப்பு எண்ணெய்களைப் பிரித்தெடுக்கும் தொழிலிலும், பல செயற்கை மருந்துகள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.

நூலோதி

1. **Hawley, Gessner, G.**, *The Condensed Chemical Dictionary*, 10th Edition, 1984
2. **Finar I. L.**, *Organic Chemistry*, Vol. I, Sixth Edition, ELBS. London, 1973.

அசெட்டோன் ($(CH_3)_2CO$)

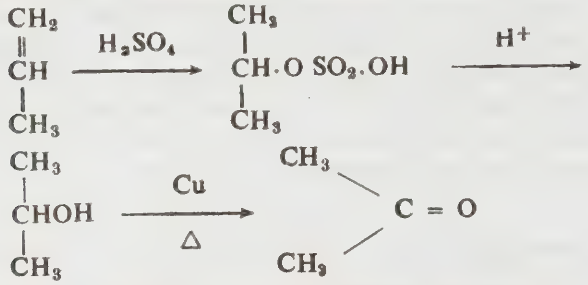
இது நிறமற்ற, இனிய மணமுள்ள நீர்மம். இதன் கொதிநிலை 56°C. உருகு நிலை - 94.8°C. இது நீர், ஆல்கஹால், ஈதர் முதலிய கரைப்பான்களில் மிக எளிதில் கரையும். பல்வேறுவிதமான வேதிப்பொருள்கள் தயாரிக்க அசெட்டோன் (acetone) மிகவும் இன்றியமையாத மூலப் பொருளாக விளங்குகிறது.

இது செலுலோஸ் ஈதர்கள் (cellulose ethers), செலுலோஸ் அசெட்டேட் (cellulose acetate), செலுலோஸ் நைட்ரேட் (cellulose nitrate), செலுலோஸ் எஸ்டர்கள் (cellulose esters) ஆகியவைகளைக் கரைப்பதற்குப் பயன்படும் கரைப்பான் ஆகும். செலுலோஸ் அசெட்டேட்டை இழையாக நூற்க அசெட்டோன் ஒரு கரைப்பானாகப் பயன்படுகிறது. செலுலோஸ் எஸ்டர்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு தயாரிக்கப்படும் மெருகுப் பூச்சுகள் அசெட்டோன் போன்ற கரைப்பான்கள் பல கலந்த கரைப்பான்களில் கரைக்கப்படுகின்றன. மேலும் அசெட்டிலீன் வளிமத்தைச் சேமித்து வைப்பதற்கு அசெட்டோன் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது எவ்வாறு எனில், வேதிவினைக்குள்ளாகாத கல்நார்த் (asbestos)

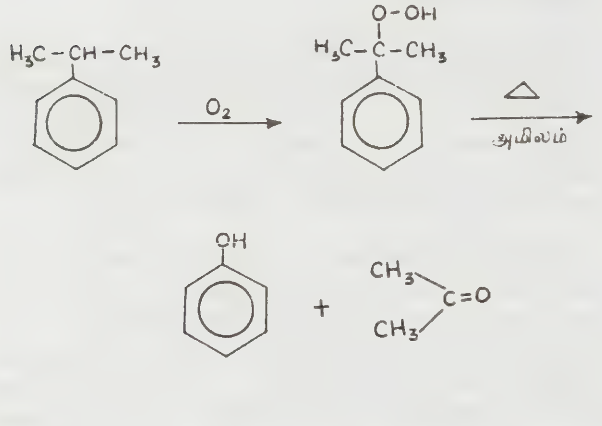
துண்டுகள் அசெட்டோனில் அமுக்கி எடுத்து உருளைக்குள் அடைக்கப்படும். பிறகு அதில் அசெட்டிலின் வளிமத்தைச் செலுத்தினால் கல்நாரில் ஊறியுள்ள அசெட்டோன் அசெட்டிலினை உறிஞ்சிக்கொள்ளும்.

தயாரிப்பு முறை

பெட்ரோலியம் பிளவுவினையின் (cracking of petroleum) மூலம் கிடைக்கும் புரொப்பிலினுடன் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் வினைபுரிவதால் அய்சோ புரொப்பைல் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபேட் (isopropyl hydrogen sulphate) கிடைக்கிறது. இதனை நீராற் பகுக்கும்போது (hydrolysis) அய்சோபுரொப்பைல் ஆல்கஹால் உண்டாகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் ஆல்கஹாலை உலோக வினையூக்கிகள் மேல் ஆக்சிஜனேற்றம் (oxidation) அல்லது அய்ட்ரஜன் நீக்கம் செய்யும்போது அசெட்டோன் பெரும் அளவில் கிடைக்கிறது.



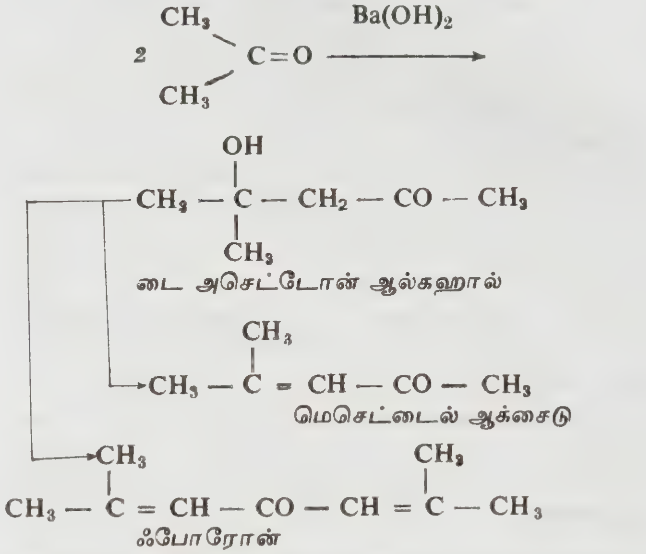
உலோக ஆக்சைடு வினையூக்கியின் மேல் 400—450°C வெப்பநிலையில் அசெட்டிக் அமில ஆவியைச் செலுத்தியும் அசெட்டோன் தயாரிக்கப்படுகிறது. மேலும் கியுமின் ஹைட்ரோபெராக்சைடைச் (cumene hydroperoxide) சிதைப்பதன் மூலமும் கிடைக்கிறது.



மேலே கூறப்பட்ட வினையில் ஃபினாலும் உடன் கிடைப்பதால் இந்த வினை இன்றியமையாத வினையாகும்.

வேதிப் பயன்கள்

அசெட்டோன் ஆல்டால் முறையிலான குறுக்க வினைகளில் (condensation reactions) ஈடுபட்டு ஃபோரோன் (phorone), மெசெட்டைல் ஆக்சைடு (mesityl oxide) ஆகிய சேர்மங்களைக் கொடுக்கிறது.



இவ்வினைப் பொருள்கள் தொழில் துறையில் மிகவும் பயனுள்ள கரைப்பான்களாகவும், வேதி இடைநிலைப் பொருளாகவும் (intermediate) பயன்படுகின்றன.

அசெட்டோன் வளிமத்தை 700°C வெப்பநிலையில் வெப்பத்தால் சிதைத்தல் (pyrolysis) வினைக்குட்படுத்தும்போது முதலில் கீட்டீனையும் (ketene) பின்னர் அது அசெட்டிக் அமிலத்துடன் வினை புரிந்து அசெட்டிக் நீரிலியையும் கொடுக்கிறது.

$$(CH_3)_2CO \longrightarrow CH_2=C=O \xrightarrow{CH_3COOH} (CH_3CO)_2O$$

(காண்க : கீட்டோன்)

நூலோதி

1. **McGraw - Hill** *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, 1983.
2. **Finar I.L.,** *Organic Chemistry*, Vol.1, Longman Group Ltd., 1973.

அசைடு

அசைடு (azide) என்பது R (N_3)X என்ற பொதுவான மூலக்கூறு வாய்பாட்டைக் கொண்ட சேர்மம். இதில் R என்பது உலோக அணுவாகவோ, அய்ட்ரஜன் அணுவாகவோ, ஆலோஜன் அணுவாகவோ, $Co(NH_3)_6$ என்ற முறையில் கூட்டுப்பொருளாகவோ, கரிம வேதி உறுப்புகளாகவோ (மெதில், ஃபீனைல், நைட்ரோ ஃபீனைல்) இருக்கலாம். அசைடுகள் வளைய அமைப்பைக் காட்டிலும் தொடர் அமைப்பையே (N=N=N) கொண்டுள்ளன. கரிம, கனிம அசைடுகள் வெடிக்கும் தன்மையுடையவை. இவ்வகைச் சேர்மங்களில் N_3^- என்ற எதிர்மின் தொகுதி உள்ளது. அசைடுகளை அலிஃபாட்டிக் அசைடுகள் (aliphatic azides), அரோமாட்

டிக் அசைடுகள் (aromatic azides) என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அலிஃபாட்டிக் அசைடுகளில் அல்க்கைல் தொகுதிகள் அசைடு தொகுதிகளுடன் சேர்ந்துள்ளன. அரோமாட்டிக் அசைடுகளில் அரோமாட்டிக் தொகுதிகளும் அசைடு தொகுதிகளும் இணைந்துள்ளன. பெரும்பாலும் அசைடுகளைத் தயாரிக்கக் கீழ்க்கண்ட முறைகள் பயன்படுகின்றன.

அரைல் கிரிக்னார்டு வினைபொருளுடன் (aryl Grig-nard reagent) டொசைல் அசைடைச் (tosyl azide) சேர்க்கும் பொழுது டிரையசீன் உப்பு (triazine salt) கிடைக்கிறது. இது சோடியம் பைரோஃபாஸ்ஃபேட்டின் சேர்க்கையினால் பிளவுபட்டு அரைல் அசைடைத் தருகிறது.

$$ArMgX + TsN_3 \longrightarrow (ArN_3Ts)\,MgX \xrightarrow{\text{சோடியம் பைரோஃபாஸ்ஃபேட்}} ArN_3$$

அல்க்கைல் பதிலீடு (alkyl substitution) பெற்ற ஹைட்ரசீன்களுடன் (hydrazines) நைட்ரஸ் அமிலத்தைச் (nitrous acid) சேர்த்தால் அல்க்கைல் அசைடுகள் கிடைக்கின்றன.

$$RNHNH_2 + HNO_2 \longrightarrow RN_3 + 2H_2O$$

அலிஃபாடிக் அமின் எதிர்மின் அயனிகளுடன் காரம் சேர்த்த டொசைல் அசைடை வினை புரிவித்தால் அலிஃபாட்டிக் அசைடுகள் (alphatic azides) கிடைக்கின்றன.

$$RNH^- \xrightarrow[\text{காரம்}]{TsN_3} RN_3$$

இவ்வினையில் அசைடு தொகுதி மாற்றம் நிகழ்கிறது.

டையசோனியம் உப்புக்கரைசலுடன் (diazonium salt solution) சோடியம் அசைடைச் சேர்க்க, அரைல் அசைடுகள் கிடைக்கின்றன.

$$ArN_2^{\oplus} + N_3^- \longrightarrow ArN_3 + N_2$$

வேதிவினைகள்

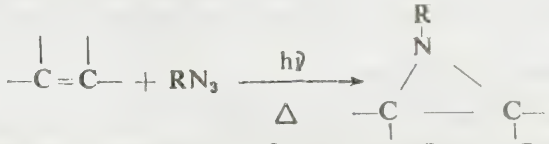
அசைடுக் கரைசலில் கார்பன் மோனாக்சைடை அழுத்தத்துடன் செலுத்தினால் அல்க்கைல் அய்சோசயனேட் (alkyl isocyanate) கிடைக்கிறது.

$$RN_3 + CO \longrightarrow RNCO + N_2$$

அல்க்கைல் அல்லது அரைல் டைகுளோரோபோரேன் (dichloroborane) களுடன் அல்க்கைல் அசைடுகளைச் சேர்த்தால் ஈரிணைய அமின்கள் (secondary amines) கிடைக்கின்றன.

$$RBCl_2 + R'N_3 \xrightarrow[\text{நீர்}]{\text{ஈதர்}} RNHR'$$

அசைடுகளை இரட்டைப் பிணைப்புச் சேர்மங்களுடன் சேர்த்தால் அசிரிடின்கள் (aziridines) கிடைக்கின்றன. இவ்வினை ஒளி முன்னிலையிலோ, வெப்பத்தினாலோ நிகழ்கிறது.



அல்க்கைல் அசைடுகளை வெப்பப்படுத்தினால் இமின்கள் (imines) கிடைக்கின்றன.

$$R_3CN_3 \xrightarrow{\Delta} R_2C{=}N{-}R$$

அரைல் அசைடுகளை லித்தியம் அலுமினியம் ஹைட்ரைடு மூலம் ($LiAlH_4$) ஒடுக்கினால் (reduction) ஓரிணைய அமின்கள் (primary amines) கிடைக்கின்றன.

$$RN_3 \xrightarrow{LiAlH_4} RNH_2$$

அரைல் அசைடுகளுடன் திறன்மிகு காரங்களை சேர்த்தால் ஃபீனால்கள் கிடைக்கின்றன.

$$ArN_3 + OH^- \longrightarrow ArOH + N_3^-$$

(காண்க : நைட்ரஜன்) பி. எஸ். எம். க.

நூலோதி

1. Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Chemistry*, 5th Edn., 1983.
2. Hawley, Gessner G., *Tenth Edn.*, Galgotia Book Source Publishers, New Delhi 1984.

அசைபோடும் விலங்கினங்களின் வயிறு

உலகிலுள்ள கால்நடைகளை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவதாக அசைபோடுவன என்றும் இரண்டாவதாக அசைபோடாதன என்றும். அசைபோடும் கால்நடைகளில் பசு, எருமை, செம்மறி ஆடு, வெள்ளாடு, மான் போன்ற கால்நடைகள் அடங்கும். அசைபோடாத வகையில் குதிரை, நாய், பன்றி ஆகியன அடங்கும். உணவுப் பழக்க வழக்கங்களாலும், உட்கொண்ட தீவனத்தைச் செரிமானம் செய்யும் வகையாலும் அசைபோடும் விலங்கினங்களின் வயிறு மற்ற விலங்கினங்களின் வயிற்றினின்றும் மாறுபாடு கொண்டதாக உள்ளது. எனவே அசைபோடும் விலங்கினங்களின் வயிறு அசை வயிறு (Rumen) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

அன்றாடம் மனிதர்களுக்குத் தேவையான பால், இறைச்சி போன்ற சத்துள்ள விலங்கினங்களின் புரதம் (animal protein) நிறைந்த பொருள்கள் கிடைக்க நாம் அசைபோடும் கால்நடைகளைப் பேணி வளர்க்க வேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகின்றது. தவிர அசைபோடும் விலங்கினங்கள் கால்நடை வளர்ப்பவர்களின் பொருளாதார முன்னேற்றத்திற்கும் உறுதுணையாக

உள்ளன. இவ்விதம் அன்றாடம் உணவில் இடம்பெறும் சத்துள்ள உணவுப் பொருள்களைத் தரும் அசைபோடும் கால்நடைகளில் அசைவயிறு எவ்வாறு அமைந்துள்ளது என்று தெரிந்துகொள்வது நன்மை பயக்கும்.

அசைவயிற்றின் அமைப்பு

அசைபோடும் விலங்கினங்களின் அசைவயிறு, அசைபோடாத விலங்கினங்களின் வயிற்றிலிருந்து மாறுபாடுடையது. இவ்விலங்கினங்களின் அசைவயிறு என்பது வயிற்றறை (Rumen), வலையறை (Reticulam), ஏட்டறை (Omasum), செரிமான அறை (Abomasum) என நான்கு அறைகளைக் கொண்ட வயிற்று அமைப்பு உள்ளது. இதில் வயிற்றறை என்னும் பாகம், மற்ற மூன்று பாகங்களைவிடப் பெரியதாகும். செரிமான அறை என்னும் பாகம் அசைபோடாத உயிர்களின் இரைப்பைக்குச் சமமாகும். இது உண்மையான இரைப்பை எனக் கருதப்படுகிறது. வயது அடைந்த அசைவயிற்று உயிர்களில் மொத்த இரைப்பை அளவில் வயிற்றறை 80 விழுக்காடும் வலையறை 5 விழுக்காடும், ஏட்டறை 7-8 விழுக்காடும் செரிமான அறை 7-8 விழுக்காடும் இருக்கும்.

அசைவயிற்றின் முக்கியத்துவம்

மனிதர்களின் உணவிலும் அசைபோடாத கால்நடைகளின் உணவிலும் தானியங்கள் முக்கிய இடம் பெறுகின்றன. ஆனால் அசைபோடும் கால்நடைகளான மாடு, ஆடு ஆகியவற்றிற்கு மனிதர்களால் சீரணிக்க முடியாத நார்ச்சத்து,அதிலுள்ள புல், பூண்டு, தட்டை, வைக்கோல், தீவன மரஇலைகள் ஆகியன முக்கியமான தீவனமாக உள்ளன. இவ்வாறு நமக்கு உபயோகமில்லாத நார்ச்சத்து மிகுந்துள்ள பலவகையான பொருள்களை அசைபோடும் கால்நடைகள் உண்டு அவற்றைச் சத்துள்ள, மக்கள் எளிதில் சீரணிக்கக்கூடிய உணவுப் பண்டங்களாக மாற்றி நமக்குக் கொடுத்து உதவுகின்றன. இவ்விதம் நாம் கழிவுப் பொருள்கள் எனக் கருதும் பலதரப்பட்ட தீவனப் பொருள்களை உண்டு அவற்றைச் சீரணிக்கவல்ல வயிறுதான் அசைவயிறு எனப்படுகிறது. இவ்விதம் அசைவயிறு மக்களுக்கு வேண்டாத நார்ச்சத்து மிகுதியான தீவனப் பொருட்களைப் பக்குவப்படுத்திச் சத்துள்ள மிகவும் அத்தியாவசியமான உணவுப் பொருள்களாக மாற்றியமைக்க வல்ல ஒரு தொழிற்கூடமாக விளங்குகிறது.

இளங்கன்றுகளில் எப்போது செயல்படுகிறது?

பிறந்த இளங்கன்றுக்கு அசைவயிறு வளர்ச்சி அடையாமலிருக்கும். கன்று பிறந்த 6 முதல் 8 வாரத்திற்குப் பின்னர்தான் அசைவயிறு முழுவளர்ச்சி அடைந்து செயல்படும். அதுவரை அசைபோடாத பிராணிகளின் இரப்பையைப் போன்றுதான் செயல்படும். எனவே நார்ச்சத்துள்ள ஆகாரங்களை இளங்கன்றுகளுக்கு உணவாகக் கொடுத்தால் அவற்றைச் சீரணிக்க இயலாது. எனவேதான் கன்றுகளுக்கு அசைவயிறு முழு வளர்ச்சி அடையும்வரை நார்ச்சத்து மிகக் குறைவான ஆகாரங்களையே கொடுக்க வேண்டும். இதனால்தான் பால் முக்கிய உணவாக இளங்கன்றுகளுக்கு 'கொடுக்கப்படுகிறது.

அசைபோடுதல் என்றால் என்ன?

ஆடு மாடுகள் பெரும்பாலும் மேய்ச்சலுக்குச் சென்று வயிறு நிரப்புகின்றன. இதனால் கிடைத்த தீவனத்தை அவசர அவசரமாகச் சரிவர அரைக்காமல் விழுங்கி விடுகின்றன. மேய்ந்த பின்னர் ஓய்வு எடுக்கும்போது சரிவர அரைபடாமல் விழுங்கிய உணவு அசை வயிற்றில் முதல் பாகமான வயிற்றறைக்கு வந்தடைகிறது. அது மீண்டும் வாய்க்குக் கொண்டுவரப்பட்டு உமிழ் நீருடன்கலந்து அரைக்கப்பட்டுமீண்டும் வயிற்றறைக்குக் கொண்டுசெல்லப்படுகிறது. இவ்விதம் நடைபெறும் செயலுக்குத்தான் ''அசைபோடுதல்'' (Rumination) என்று பெயர். அசைபோடுதல் அசைபோடும் கால் நடைகளில் தேக ஆரோக்கியத்தின் நல்ல அறிகுறியாகக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் அசைபோடாமல் மாடுகள், ஆடுகள் காணப்பட்டால் அது உடல் நலம் குன்றியதற்கு அறிகுறியாகும்.

அசைவயிற்றிலுள்ள சாதகமான நுண்கிருமிகள்

அசைவயிற்றில் சாதகமான பலதரப்பட்ட நுண்ணுயிர்கள், பாக்டீரியா ((Bacteria), ஓர் அணு உயிரி (Protozoa) போன்ற நுண் கிருமிகளும், வயிற்றறை நொதிகளும் (Enzymes) காணப்படுகின்றன. இவை அனைத்தும் சாதகமான சூழ்நிலையில் அங்கு வரும் தீவனத்தை உறிஞ்சக் கூடிய கரையும் பொருள்களாக மாற்ற உதவுகின்றன.

தீவனத்திலுள்ள மாவுப் பொருள்கள், புரதப் பொருள்கள் கொழுப்புப் பொருள்கள் ஆகியவற்றை அதற்கென்றுள்ள நுண்கிருமிகள் உடலில் உறிஞ்சுவதற்குத் தகுந்தவாறு மாற்றி அமைக்கின்றன.

இவ்விதம் அசைவயிற்றில் உட்கொண்ட உணவு செரிமானம் செய்யப்படும்போது உடலுக்குத் தேவையான மொத்த சக்தியில் 50—60 விழுக்காடு வயிற்றறையிலிருந்து கிடைக்கிறது.

அசைவயிறு சில சமயங்களில் பாதிக்கப்பட்டுப் பல நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. அவையாவன:

1) வயிறு உப்புதல் (Bloat of tympany)
2) வயிறு அழுத்தம் (Impaction)
3) காரப்பெருக்கு நோய் (Alkalinosis)
4) காடிப்பெருக்கு நோய் (Acidosis)
5) இடப்பெயர்ச்சி (Torsion)

உணவுப் பொருள்களின் தன்மை மாறும்பொழுது வயிற்றிலுள்ள நுண்கிருமிகளின் இனமும், எண்ணிக்கையும் மாறுபடுகின்றன. எனவே அசைவயிறு நல்ல முறை

யில் செயல்பட அசைவயிற்றின் உள் சமநிலை ஒரே சீராக அமைந்திருப்பது மிகவும் அவசியம்.

உணவுப் பொருள்களின் தன்மை மாறும்பொழுது சமநிலை வேறுபாட்டாலும் சீரணம் பாதிக்கப்பட்டுப் பயன்தரும் கிருமிகள் குறைந்து கெடுதல் விளைவிக்கும் கிருமிகள் அதிகரித்து நோய் ஏற்படுகின்றது.

நோய் அறிகுறிகள்

இவ்வாறு பாதிக்கப்பட்ட ஆடு மாடுகள் சோர்வுடன் காணப்படும். அசைபோடுவது குறைந்து நின்றுவிடும். சரிவர உணவு தின்னாமலிருக்கும். சிறுநீர், சாணம் எப்போதும் போல் வெளிவராமல் அதில் மாற்றம் ஏற்படும். சாணம் கட்டியாகவோ திரவமாகவோ துர்நாற்றத்துடன் வெளிவரும். இதனால் உற்பத்தித் திறன் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றது.

பாதுகாப்பு முறைகள்

ஆடு, மாடுகளின் உணவுப் பழக்கவழக்கங்களில் திடீர் மாற்றம் செய்யக்கூடாது. புதிய தீவனம் கொடுக்க விரும்பினால் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகப் பழைய தீவனத்தைக் குறைத்துப் புதிய தீவனத்தைத் தேவையான அளவு சிறிது சிறிதாக அதிகரித்துக்கொடுப்பது நல்லது. அசுத்தமான நீர், அழுகிய பொருள்கள் ஆகியவற்றை அறவே நீக்கவேண்டும்.

இவ்விதம் அசைபோடும் கால்நடைகளின் அசைவயிறு மக்களுக்கு உபயோகமில்லாத விவசாயக் கழிவுப் பொருள்களை உண்டு தேவையான சுவையுள்ள சத்து வாய்ந்த பால், இறைச்சி ஆகியன தருவதற்கு மிகவும் உதவியாக உள்ளது.

ந.மா.

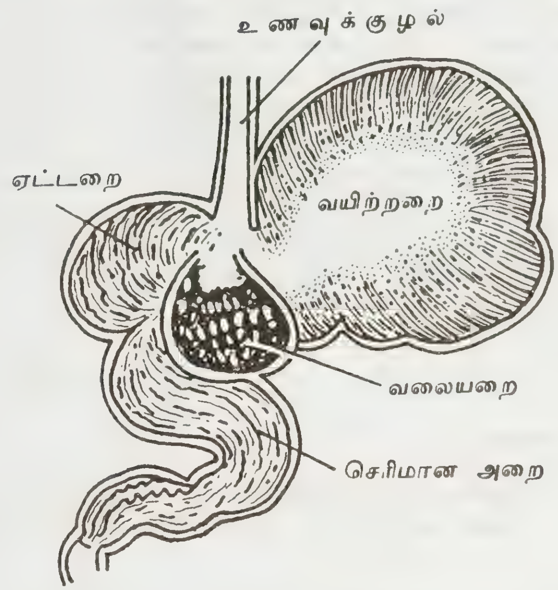
நூலோதி

H H. Dukes. *The Physiology of Domestic Animals*. Balliere Tindali and Company, London.

அசைபோடும் விலங்குகள்

பாலூட்டிகள் (Mammalia) வகுப்பில் இரட்டைக் குளம்பிகள் (Artiodactyla) வரிசையில் அசைபோடும் விலங்குகள் (ruminants) ரூமினன்ஷியா (ruminantia) எனப்படும் துணை வரிசையில் அடங்குவன. இவை புல்மேயும் இயல்புடையவை. பிளவு பட்ட குளம்புகளுடையவை. எருமைகள், ஆடுகள், மாடுகள், ஒட்டகங்கள், மான்கள், ஒட்டைச் சிவிங்கிகள் ஆகியவை அசைபோடுபவையே. இவை நன்கு வளர்ச்சியடைந்த செரிமான மண்டலத்தைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் உணவான புல்லையும் தழைகளையும் ஓரளவு மென்று விழுங்கிவிடுகின்றன. இவ்வுணவு உணவுக்குழல் (oesophagus or food pipe) வழியே இரைப்பையை அடைகிறது.

அசைபோடும் விலங்கின் இரைப்பை



அசைபோடும் விலங்குகளின் மேல் தாடையில் வெட்டும் பற்களும் (incisors) கோரைப் பற்களும் (canines) இல்லை. கீழ்த்தாடையிலுள்ள வெட்டும் பற்கள் மேல்தாடையின் உறுதியான ஈறுகளுடன் உராய்ந்து உணவுப் பொருளைத் துண்டிக்கின்றன. ஒட்டகக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பாலூட்டிகளைத் தவிர ஏனைய அசைபோடுவனவற்றின் இரைப்பை, வயிற்றறை (rumen or paunch), வலையறை (reticulum), ஏட்டறை (omasum), செரிமான அறை (abomasum) என நான்கு தனித்தனியான அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. சரியாக அரைக்கப்படாமல் விரைவாக உட்கொள்ளப்பட்ட உணவின் பெரும்பான்மையான அளவு வயிற்றறையை அடைகிறது. சிறிதளவு உணவு இரண்டாம் அறையான வலையறைக்குச் செல்கிறது. இவ்வறையின் சுவரிலுள்ள குழிவுகள் தேன்கூடு போன்ற தோற்றத்தைத் தருகின்றன. இங்கு உணவு செரிமானச் சுரப்புகளால் மிருதுவாக்கப்பட்டு, மேலும் பாக்டீரியா நுண்ணுயிரிகளால் பதப்படுத்தப்பட்டு, மிருதுவான கவளங்களாக (cuds) மாற்றப்படுகிறது.

விலங்கு ஓய்வெடுக்கும் போது வலையறையின் தசைச் சுவரின் சுருங்கி விரியும் தன்மையால் கவளங்கள் மீண்டும் வாய்க்குக் கொண்டு வரப்படும். பின்பு உமிழ் நீருடன் கலந்து பின் கடைவாய்ப் பற்களால் (molars) நன்றாக அரைக்கப்படும். இதை அசைபோடுதல் (rumination) என்பர். இவ்வாறு நன்றாக அரைக்கப்பட்ட உணவு முதல் மூன்று இரைப்பை அறைகளின் வழியே நான்காம் அறையான செரிமான அறைக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு இரைப்பைச் சுரப்புகளுடன் நன்றாகக் கலக்கிறது. பின்பு குடல் பகுதியில் செரிமானம் முழுமையடைகிறது. செரிக்கப்பட்ட உணவு குடற்சுவரால் உறிஞ்சப்பட்டு இரத்தச்

சுற்றோட்டத்தின் மூலம் உடலுறுப்புகளுக்கு அனுப்பப்படுகிறது. அசை போடுவனவற்றின் கால்களில் இரண்டு விரல்களே நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. ஏனைய விரல்கள் வளர்ச்சி குன்றிக்காணப்படுகின்றன. அசை போடும் விலங்குகளின் கொம்புகள் பாதுகாப்பிற்காகவும் பெண் விலங்குகளைக் கவரவும் பயன்படுகின்றன. இப்பிரிவில் உள்ள அனைத்து விலங்குகளும் தாவரவுண்ணிகளே (herbivores),

ஆடுகள், மாடுகள், மான்கள், காட்டெருமைகள், குதிரைகள், ஒட்டைச் சிவிங்கிகள் ஆகிய அசைபோடும் விலங்குகள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

காண்க: இரட்டைக் குளம்பிகள்

அ.ஷே

நூலோதி

1. கி.மகிபதி: "தென்னிந்தியப் பாலூட்டிகள்"...... தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் சென்னை-1973
2. **Ekambaranatha Ayyar, 'M'** *Manual of Zoology*, part I, S. Viswanathan PVT., LTD., Madras, 1976.
3. **Jordan E.L.** *Chordate Zoology*
4. **Young J.Z.** *The Life of Vertebrates*
5. World book 16:480
6, *Encyclopaedia Americana,* 23:867

அசையும் மூட்டுகள்

உயிர் இயக்கத்திற்கு இன்றியமையாதது அசைவு. (Mobility is life). நம் உடம்பிற்கு உருவத்தையும், அமைப்பையும், உறுதியையும் தருவன எலும்புகளே. நம் உடம்பிலுள்ள 216 எலும்புகள் பல்வேறு உருவங்களில் இருக்கின்றன. இந்த எலும்புகள் ஒன்றோடொன்று சேரும் இடங்கள் மூட்டுகள் எனப்படும். பல்வேறு வகையான மூட்டுகளால் எலும்புகள் பிணைக்கப்பட்டிருப்பதால்தான் நாம் நடக்க, அமர, பல தரப்பட்ட வேலைகளைச் செய்ய முடிகிறது. மூட்டுகள் மட்டும் இல்லாமல் எலும்புக்கூடு முழுதும் ஒரே எலும்பாக இருந்திருந்தால் மனிதன் நடக்க முடியாமல் உணவு உட்கொள்ள முடியாமல் வேலை எதுவும் செய்ய முடியாமல் அசைவற்ற ஒரு பொருளாக, உயிர் வாழவே முடியாத நிலைக்கு ஆளாகி விடுவான். ஆகவே இயக்கத்திற்கு மூட்டுகள் மிகவும் இன்றியமையாதவை. மூட்டுதல் என்ற வினைச்சொல்லுக்குச் சேர்த்தல், இணைத்தல் என்று பொருள். சேர்க்கின்ற அல்லது இணைகின்ற இடத்திற்கு 'மூட்டு' என்பது பெயர்ச் சொல்லாகி வந்துள்ளது.

நம் உடம்பிலுள்ள மூட்டுகளை அசையும் மூட்டுகள், அசையா மூட்டுகள் என இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட எலும்புகள் கூடுகின்ற இடமாகிய மூட்டில், அசைவு இருந்தால் அவை அசையும் மூட்டுகளாகும். எடுத்துக் காட்டு: முழங்கால், முழங்கை, தோள், விரல்கள், முதுகு மூட்டுகள். அப்படி அல்லாமல் அந்த மூட்டுகளில் அசைவு இல்லாமல் எலும்புகள் பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவை அசையா மூட்டுகளாகும்.

எடுத்துக்காட்டு: தலையெலும்புகள், மண்டை, இடுப்பெலும்புகள்.

மூட்டின் அமைப்பும் பயனும்

அசையும் மூட்டுகள் உடலின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெவ்வேறு பயனுக்காக, வெவ்வேறு அமைப்புகளைப் பெற்றிருந்த போதிலும், அவற்றிற்குப் பொதுவான சில அமைப்பு ஒற்றுமைகள் உண்டு.

அ. மூட்டினைச் சுற்றி 'மூட்டு உறை' (Capsule) உள்ளது.

ஆ. மூட்டு உறைக்குள் மூட்டுச்சவ்வு (Synovial Membrane) உள்ளது.

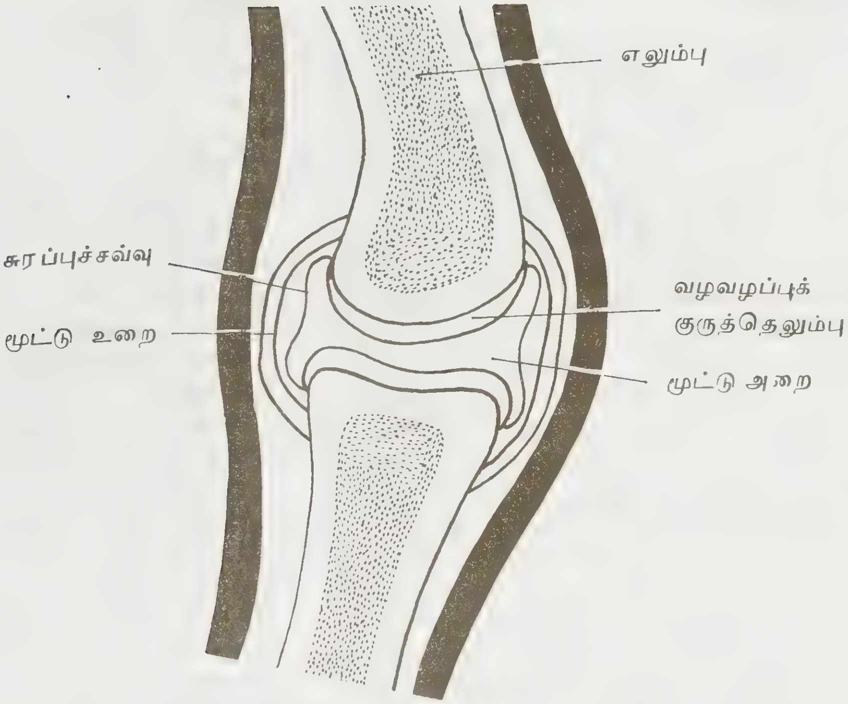
இ. எலும்பின் நுனிகள் வழவழப்பான குருத்தெலும்பால் (Articular Cartilage) ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

ஈ. மூட்டுச் சவ்வுக்குள், மூட்டு அறை (Joint cavity) என்னும் ஓர் இடம் உள்ளது.

உ. மூட்டு அறையில் உயவு நெய் (Synovial fluid) என்னும் மிக வழவழப்பான நீர்மம் உள்ளது. மூட்டுச்சவ்வு, உயவு நெய்யைச் சுரக்கிறது. இந் நெய் எலும்பின் நுனிகள் உராய்ந்து தேய்ந்து போகாமல் இருப்பதற்குப் பயன்படுவதுடன், மூட்டின் பகுதிகளான, குருத்தெலும்பு, பிறை வடிவத் தகடு (Semilunar Cartilage) போன்றவற்றிற்கும் உணவின் ஊட்டச்சத்தினை அளிக்கிறது.

ஊ. மூட்டு விலகாமல் இருப்பதற்காக எலும்பு நுனிகளைப் பந்தகங்கள் (Ligaments) என்ற நார்த்திசுக்கள் கயிறுபோல் கட்டியிருக்கின்றன. மேலும் மூட்டினைச் சுற்றியுள்ள தசைகளும், தசைநார்களும் மூட்டுக்கு வலுவினைக் கொடுக்கின்றன.

அசையும் மூட்டுகளை, அவற்றில் பங்கு கொள்ளும் எலும்புகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து (1) தனி மூட்டு (Simple Joint), (2) கலப்பு மூட்டு (composite Joint), என இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இரண்டு எலும்புகள் மட்டும் சேர்ந்து உண்டானால் அது தனி மூட்டு. இரண்டிற்கு மேற்பட்ட எலும்புகள் சேர்ந்து மூட்டு உருவானால் அதற்குக் கலப்பு மூட்டு எனப் பெயர்.



படம் 1. மூட்டின் பாகங்கள்

மூட்டினை உருவாக்கும் எலும்பு நுனியின் உருவம், அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அசையும் மூட்டுக்களை மேலும் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அ. பந்துகிண்ண மூட்டு (Ball and Socket Joint)

ஆ. கீல் மூட்டு (Hinge Joint)

இ. முளை மூட்டு (Pivot Joint)

ஈ. நீள்வட்ட மூட்டு (Ellipsoid or Condyloid Joint)

உ. சேண வடிவு மூட்டு (Saddle Joint)

ஊ. வழுக்கு மூட்டு (Gliding Joint)

அசையும் மூட்டின் வகைகளை விரிவாக அடுத்த பக்கத்தில் காண்போம்.

படம் 2. பந்துகிண்ண மூட்டு

பந்துகிண்ண மூட்டு

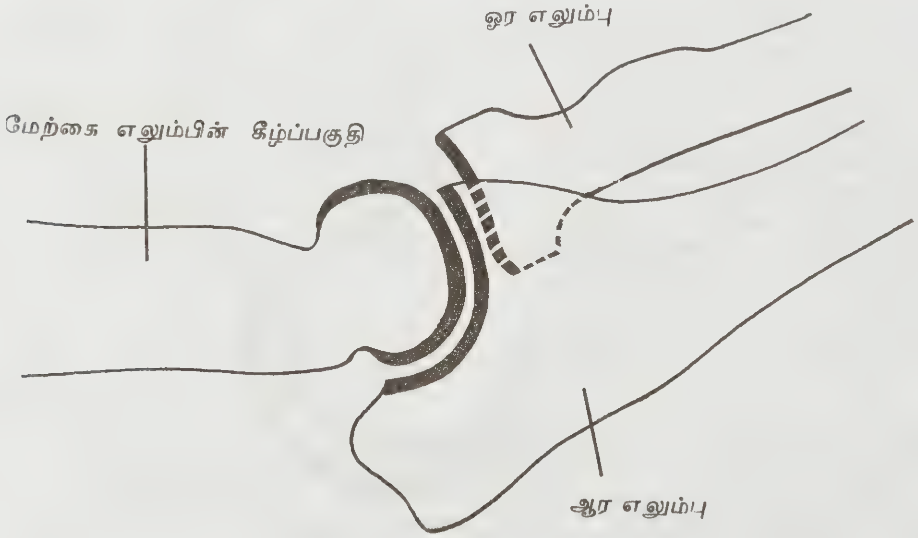
ஓர் எலும்பின் பந்து போன்ற தலைப்பகுதி, அடுத்த எலும்பின் கிண்ணம் போன்று குழிந்த பகுதியில் இயங்குவது பந்துகிண்ண மூட்டு எனப்படும். தோள் பட்டை மூட்டும், இடுப்பு மூட்டும் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. மேற்கை எலும்பின் (Humerus) பந்து போன்ற தலைப்பகுதி தோள்பட்டை எலும்பின் (Scapula) கிண்ணம் போன்ற பகுதியில் சுழல்கிறது. இதனால் கையை மேலும், கீழும், முன்னும், பின்னும், பக்கவாட்டிலும் அசைக்க முடிகிறது. உடம்பிலுள்ள மூட்டுகளில் மிக அதிகமான அசைவுள்ள மூட்டு, தோள்பட்டை மூட்டுதான். தொடை எலும்பின் (Femur) பந்து போன்ற தலைப்பகுதி, இடுப்பெலும்பில் (Pelvis) கிண்ணம் போன்ற பகுதியில் சுழல்கிறது. இடுப்பு மூட்டிலும் எல்லாப் பக்கங்களிலும் அசைவு இருந்த போதிலும் தோள்பட்டை மூட்டுப் போன்று அவ்வளவு அதிக அளவு இல்லை. தோள்பட்டை மூட்டு கைகளை எல்லாத் திசைகளிலும் நன்கு அசைத்து வேலை செய்வதற்காக அமைந்துள்ளது. அதேபோன்று நம் உடம்பின் பளுவைத் தாங்குவதற்காகவும், கால்களை அசைத்து, நடக்கவும், ஓடவும், உட்காரவும், இடுப்பு மூட்டின் அமைப்பும் அதைச் சுற்றியுள்ள பந்தகங்களும் தசைகளும் அமைந்துள்ளன.

கீல் மூட்டு

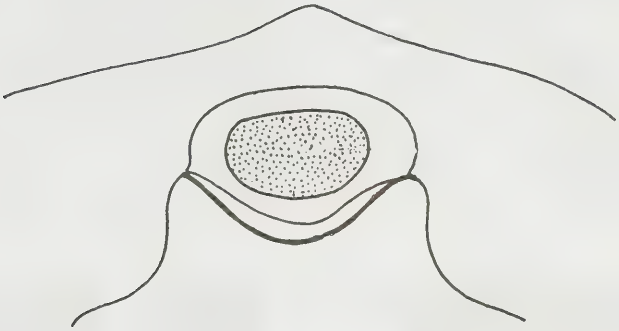
கீல் பொருத்தப்பெற்ற கதவு ஒரு பக்கமாக மட்டுமே திறந்து மூடுவதற்குப் பயன்படுவது போல, நம் உடம்பிலுள்ள சில மூட்டுகள் ஒரு பக்கமாகவே மடித்து நீட்டத் துணைபுரிகின்றன. இவற்றுக்குக் கீல் மூட்டுகள் எனப்பெயர். முழங்கை மூட்டு, முழங்கால் மூட்டு, கை, கால், விரல் மூட்டுகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. முழங்கை மூட்டில் மேற்கை எலும்பின் கீழ்ப்பகுதியும் (Humerus), ஆர எலும்பு (Radius), ஓர எலும்பு (Ulna) ஆகியவற்றின் மேற்பகுதிகளும் சேருகின்றன. முழங்கையை முன்புறமாக மடிக்க முடியுமேயன்றிப் பின்புறம் மடக்க முடியாது. முழங்கையை மடித்து நீட்டி இயக்க இம்மூட்டு தேவைப்படுகிறது. முழங்கால் மூட்டில் தொடை எலும்பின் (Femur) கீழ்ப்பகுதியும், கால் எலும்பின் (Tibia) மேற்பகுதியும் சேருகின்றன. நம் உடம்பிலுள்ள மூட்டுகளிலேயே அதிகப் பரப்பளவையுடைய பெரிய மூட்டு முழங்கால் மூட்டுதான். முழங்காலைப் பின்புறமாக மடிக்க முடியுமேயொழிய முன்புறமாக மடிக்க முடியாது. இதனால் நாம் கால்களை மடிக்கவும், நீட்டவும், உட்காரவும், நடக்கவும், ஓடவும் முடிகிறது. கை கால் விரல்களிலுள்ள மூட்டுகளையும் ஒரு பக்கமாகவே நீட்டி மடக்க முடியும். எதிர்த்திசையில் மடிக்க முடியாது. இவையும் கீல்மூட்டு வகையைச் சேர்ந்தவையே. விரல்களை மடித்து நீட்டி வேலைகள் செய்வதற்கும், உணவு உண்பதற்கும் இவை பெரிதும் உதவுகின்றன.

முளை மூட்டு

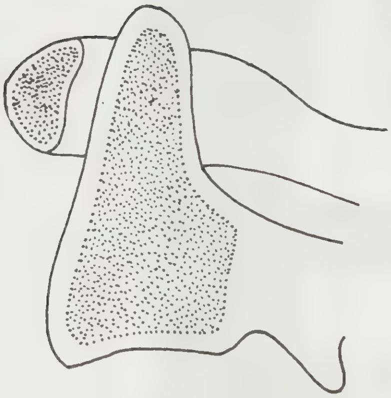
திருகைக் கல்லில் கீழ்க்கல்லின் நடுவில் ஒரு முளை அமைந்திருக்கிறது. அதை அச்சாகக் கொண்டு மேற்



படம் 3. கீல் மூட்டு



படம் 4. (அ) முளை மூட்டு



படம் 4: (ஆ) முளை மூட்டு

கல் சுழன்று வருவது போன்று நம் உடம்பிலும் முளையை அச்சாகக் கொண்டு சுழலும் மூட்டுகள், முளை மூட்டுகள் எனப்படும். முதுகெலும்பின் முதல் இரண்டு எலும்புகளுக்கிடையில் உள்ள மூட்டு முளை மூட்டு. இரண்டாவது எலும்பின் மேற்பகுதியில் முளை இருக்கிறது. முதல் எலும்பு மற்ற முதுகெலும்புகளைப் போல் இல்லாமல், ஒரு வளையம் போன்று அமைந் துள்ளது. அந்த வளையம் இரண்டாவது எலும்பின் முளையைச் சுற்றி அதன் மேல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதைப்போன்ற அமைப்பு இருப்பதனால்தான் நாம் தலையை இடதுபுறமும், வலதுபுறமும் திரும்பிப் பார்க்க முடிகிறது. கழுத்தின் மேல் தலை இடப்பக்க மும் வலப்பக்கமும் சுழல்கிறது. இம்மூட்டு இல்லா விட்டால் நாம் தலையைப் பக்கவாட்டில் திரும்பிப் பார்க்கவே முடியாது.

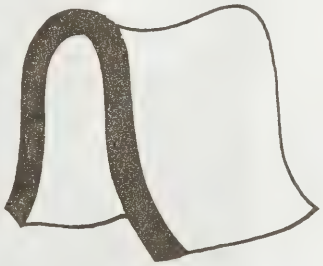
நம் முழங்கையும், ஆர எலும்பும் (Radius), அல்னா (Ulna) எலும்பும் சேருகின்ற பகுதி முளை மூட்டாக அமைந்திருக்கிறது, ஆர எலும்பின் மேற்பகுதி வட்ட மாக அமைந்துள்ளது. அல்னா எலும்பில் அதற்குத் தகுந்தாற்போன்று குழிந்த பகுதியும், வட்டவடிப் பந்தகமும் (Annular Ligament) உள்ளன. அவற்றிற் குள் ஆர எலும்பின் வட்டமான தலைப்பகுதி (Head of Radius) சுழல்கிறது. அது சுழல்வதால்தான் நாம் கையை முன்புறமும், பின்புறமும் திருப்பமுடிகிறது. வேலைகள் செய்வதற்கும், உணவு உண்பதற்கும் ஏது வாக இருக்கிறது.

நீள்வட்ட மூட்டு

இதில் எலும்பின் நுனி நீள்வட்ட வடிவமாக அமைந் திருப்பதுடன் ஓர் எலும்பின் நுனி குழிந்த நீள்வட்ட மாகவும், அதற்கு எதிர்த்திசையிலுள்ள எலும்பின் நுனி குவிந்த நீள்வட்டமாகவும் அமைந்திருக்கும். மணிக்கட்டு மூட்டும் (Wrist Joint) விரல் அடிமூட்டும் (Metacarpo phalangeel Joint) இந்த வகையைச் சேர்ந் தவை. மணிக்கட்டு மூட்டில் ஆர எலும்பின் கீழ்ப் பகுதி குழிந்துள்ளது. மணிக்கட்டு எலும்புகளின் மேற் பகுதி குவிந்துள்ளது. இம்மூட்டினால் மணிக்கட்டை முன்னும் பின்னும், பக்கவாட்டங்களிலும் அசைக்க முடிகிறது. இம்மூட்டுகளினால் நாம் மணிக்கட்டையும் விரல்களையும் அசைத்து வேலைகள் செய்யவும், உணவு உண்ணவும் முடிகிறது.

சேண வடிவ மூட்டு

குதிரைச் சேணத்தின் வடிவம் இடது பக்கத்திலிருந்து மேலே சென்று வலது பக்கத்திற்கு வரும்போது



படம் 5. குதிரைச் சேணப் படம்

வளைவு போன்று குவிந்துள்ளது. ஆனால் சேணத்தின் மேற்புறம் பார்த்தால் முன் விளிம்பும், பின் விளிம்பும் சிறிது உயரமாகவும், நடுப்பகுதி தாழ்வாகக் குழிந்தும் உள்ளது. கட்டைவிரல் மணிக்கட்டு மூட்டு (Carpo

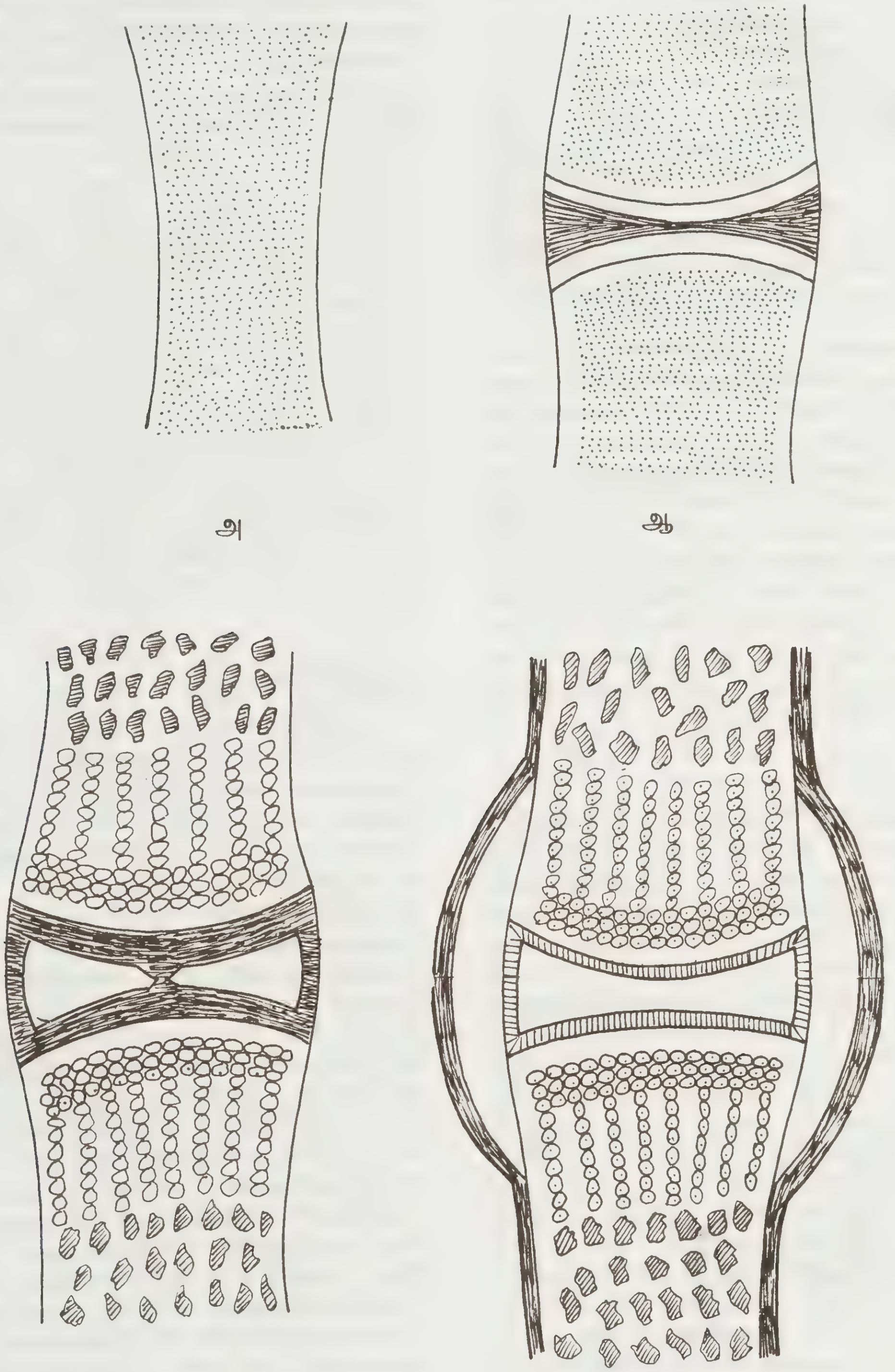
Metacarpal Joint of the Thumb) இந்த வகையைச் சேர்ந்தது. மணிக்கட்டு மூட்டின் சிற்றெலும்பான டிரபீஸியம் (Trapezium) எலும்பும், கட்டைவிரலின் அடி எலும்பும் (Metacarpal) சேருகின்றன. ஓர் எலும்பின் குவிந்த குழிந்த பகுதிக்கு இணையாக அடுத்த எலும்பின் குழிந்த குவிந்த பகுதி அமைந் துள்ளது. கட்டைவிரல் மற்ற விரல்களைப் போல் ஒரே வரிசையில் வைக்கப்படாமல், தனியாக, சாய்வாக வைக்கப்பட்டிருப்பதால் எல்லாத் திசைகளிலும் அசைவதற்கும், மற்றைய நான்கு விரல்களையும் தனித் தனியே கட்டை விரலுடன் சேர்ந்து எந்த ஒரு பொருளையும் பிடிப்பதற்கும், வேலைகள் செய்வதற்கும், உணவு உண்பதற்கும் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. கட்டைவிரல் இல்லையேல் எந்த ஒரு பொருளையும் கெட்டியாகப் பிடிக்கவோ, கடினமான வேலைகள் செய்யவோ முடியாது.

வழுக்கு மூட்டு

இறுகக் கட்டப்பட்டுள்ள ஒரு பையினுள் போட்டு வைக்கப்பெற்றுள்ள கூழாங்கற்கள், பை அசையும் போது இடம் பெயராமலேயே ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வழுக்கி நகர்ந்து சிறு அசைவு ஏற்படும்.

படம் 6. வழுக்கு மூட்டு

இதற்கு வழுக்கு மூட்டு என்று பெயர். நம் கையின் மணிக்கட்டுப் பகுதியில் 8 சிறு'எலும்புகள் (Intercarpal Joints) இருக்கின்றன. மணிக்கட்டைப் பல்வேறு திசைகளில் மடித்து நீட்டி, சுழற்றும்போது இவை ஒன்றுடன் ஒன்று வழுக்கி நகர்ந்து சிறு அசைவு ஏற்படுகிறது. நமது பாதத்தின் நடுப்பகுதியில் உள்ள சிறு எலும்புகளுக்கிடையில் (Anterior Tarsal Joints-Cuneo Navicular, Cuneo Cuboid and Intercuneiform Joints) உள்ள மூட்டுகளும் இம்மாதிரி வழுக்கு மூட்டுகளாகவே அமைந்துள்ளன.



அ ஆ

இ ஈ

படம் 7. மூட்டின் வளர்ச்சி

மூட்டின் வளர்ச்சி

தாயின் வயிற்றில் குழந்தை வளரும்போது மூட்டுகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்பதை நோக்கும்போது வியப்பாகத்தானிருக்கிறது. கருவுற்ற நான்காவது வாரக் கடைசியில், உடம்பின் இரு பக்கங்களிலும், கை, கால், அரும்பு போன்ற (Limb Bud) சிறு புற உறுப்புகள் வளர்கின்றன. கால் அரும்பு உண்டாவதைவிடக் கை அரும்பு 2 நாட்கள் முன்னதாகவே தோன்றுகின்றது. இந்த அரும்பு, தோல் உண்டாகக்கூடிய புறத் திசுவாலும் (Ectoderm), எலும்பு, தசை உண்டாகக் கூடிய நடுத்திசு (Mesoderm) வாலும் ஆக்கப்பட்டது. இந்நடுத்திசு கெட்டியாகி, ஆறாவது வாரத்தில் ஒவ்வொன்றும் மூன்று துண்டுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. மேற்கை (Arm), கீழ்க்கை (Forearm), கை (Hand), என்றும், பாதம் (Foot) என்றும் பிரிவுகள் ஏற்படுகின்றன. 8வது வாரத்தில் விரல்கள் தோன்றுகின்றன.

கெட்டியான நடுத்திசு குருத்தெலும்பாக (Cartilage) மாறுகிறது. அதைச் சுற்றிலும் ஓர் உறை (Perichondrium) உள்ளது. நடுத்திசு மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட இடத்தில் உள்ள திசுத்தகட்டிலிருந்து (Plate of Undifferentiated Mesenchymal mass) மூட்டு உண்டாகிறது. கருவுற்ற 10ஆவது வாரத்தில் இந்த மூட்டுத் தகடு நடுப்பகுதியில் உருகி, மூட்டு அறை (Joint cavity) உண்டாகிறது. அந்தத் தகட்டின் மற்ற பகுதியிலிருந்து மூட்டுச் சவ்வு (Synovial Membrane) உண்டாகிறது. குருத்தெலும்பு நாளடைவில் எலும்பாக மாறி மேலும் கெட்டியாகிறது. ஆகவே கரு உண்டாகி 2½ திங்களிலேயே கை, கால், உறுப்புகளும், மூட்டுகளும் உண்டாகின்றன.

மூட்டுக்கு இரத்த ஓட்டம்

ஒவ்வொரு மூட்டின் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கும் அதைச் சுற்றியுள்ள இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து இரத்தம் செல்கிறது. மூட்டினைச் சுற்றி ஓர் இரத்தக் குழாய்ப் பிணைப்பு (Periarticular Vascular Anastoa Mosis) உள்ளதால் ஏதாவது ஒரு குழாய், மூட்டு விலகலினாலோ எலும்பு முறிவினாலோ அடைபட்டால், மற்ற குழாய்களிலிருந்து மூட்டின் பகுதிகளுக்கு இரத்தம் தடைபடாமல் செல்ல வாய்ப்பாக உள்ளது. மூட்டுச் சவ்வில் இரத்தக் குழாய்கள் பின்னல் போன்று அமைந்து அதிக அளவில் இரத்தம் வழங்குகின்றன. மூட்டுச் சவ்விலிருந்துதான் மூட்டு நீர் உற்பத்தியாகிறது. நுண்ணுயிரிகளை எதிர்த்துப் போராடுவதற்கும் மூட்டுச் சவ்வு உதவுகிறது. எலும்பு நுனியிலுள்ள குருத்தெலும்பிற்கு (Articular Cartilage) இரத்த ஓட்டம் இல்லை. அதற்குத் தேவையான உணவை அது அருகிலுள்ள மூட்டுச் சவ்விலிருந்தும், உயவு நீர்மத்திலிருந்தும் எடுத்துக் கொள்கிறது. மூட்டுச்சவ்வில் நிணநீர்க் குழாய்க் கொத்துகள் (Lymphatic Plexus) அமைந்துள்ளன. அவற்றிலிருந்து நிணநீர், அதன் வட்டார நிணமுடிச்சு (Regional Lymph) களுக்குச் செல்கிறது.

மூட்டின் உணாவு

எலும்புகளின் நுனியிலுள்ள குருத்தெலும்பு தவிர மூட்டின் மற்ற எல்லாப் பாகங்களுக்கும் நரம்புகள் செல்கின்றன. மூட்டின் உணர்வுகளையும் நிலைகளையும், வலியையும் நரம்புகள் மூளைக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. மூட்டினை இயக்குவன தசைகள். அத்தசைகளை இயக்குவன நரம்புகள். மூளையின் கட்டளைப்படி நரம்பு மண்டலம் வேலை செய்து, தசைகள் இயங்கி, மூட்டுகள் அசைகின்றன. மூட்டு உறையின் ஒரு பகுதிக்கு உணர்வு வழங்குகின்ற நரம்பு, அந்தப் பகுதி மூட்டு உறை அளவுக்கு மீறி நீட்டப்படாமல் தடுக்கக் கூடிய தசைகளையும் இயக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக முழங்கால் மூட்டின் பின்பகுதி மூட்டு உறைக்கும், தொடையின் பின் பகுதித் தசைகளுக்கும் ஒரே நரம்பு உணர்வு வழங்கி, இயக்கிக் கொண்டிருக்கிறது. நீண்ட நேரம் முழங்காலை நீட்டிக் கொண்டிருந்தாலோ, அல்லது எதிரேயுள்ள நாற்காலி மீது காலை நீட்டிக் கொண்டிருந்தாலோ, முழங்கால் மூட்டின் பின் பகுதியிலுள்ள மூட்டு உறை அளவுக்கு மீறி நீட்டப்பட்டு முழங்காலின் பின்புறம் வலி ஏற்படுகிறது. உடனே நாம் நம்மையும் அறியாமல் காலை மடக்கிக் கொள்கிறோம். அப்போது அப்பகுதி மூட்டு உறை சுருக்கமடைகிறது. இது அம்மூட்டிற்கு ஒரு தன்னியக்கமுடைய பாதுகாப்புச் செயலாக (Autonomous Protective Mechanism) அமைகிறது.

மூட்டு இயக்கம்

மூட்டினைச் சுற்றித் தசைகளும் தசை நார்களும் அந்தந்த மூட்டின் அசைவுக்குத் தகுந்தாற்போன்று அமைக்கப்பட்டுள்ளன. தசை, ஓர் எலும்பில் தொடங்கி அந்த எலும்பு நுனியிலுள்ள மூட்டினைத் தாண்டி அடுத்த எலும்பில் பிணைக்கப்பட்டிருப்பதால், அது சுருங்கி விரியும்போது மூட்டு மடங்கி நீளுகிறது. அந்தந்த மூட்டின் அசைவிற்குத் தகுந்தாற்போன்று தசைகளும் தசைநார்களும் அந்தந்த இடங்களில் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வோர் அசைவிற்கும், அந்தத் திசையிலும் அதற்கு எதிர்த்திசையிலும் தசைகள் உள்ளன. ஒரு திசையில் மூட்டு மடியும்போது. அத்திசையிலுள்ள தசை சுருங்கி மூட்டின் அடுத்த பகுதியிலுள்ள எலும்பை இழுக்கிறது. அப்போது மூட்டு மடிகிறது. அதே சமயத்தில் அதற்கு எதிர்த்திசையிலுள்ள தசைகள் விரிந்து கொடுக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக முழங்கையை முன்புறமாக மடிக்கும்போது மேற்கையின் முன் பகுதியிலுள்ள இருதலைத் தசை (Biceps) சுருங்குகிறது, பின்பகுதியிலுள்ள முத்தலைத்தசை (Triceps) நீளுகிறது. எதிர்த்திசையிலுள்ள இரு தசைகளும் ஒரே சமயத்தில் சுருங்கினால் மூட்டு அசையாது. தசைகள் நெம்புகோல் தத்துவத்தில் மூட்டினை அசைக்கின்றன. தசைகளை நரம்புகள் இயக்குகின்றன. நரம்புகள் வேலை செய்யாவிடில் தசைகள் வேலை செய்யா. ஆகவே மூட்டுகள் அசைவதற்கு,

அ. மூட்டுகள் நோயினால் பாதிக்கப்படாமல் நன்கு இயங்க வேண்டும்.

ஆ. மூட்டினை இயக்கும் தசைகள் நல்லமுறையில் இருக்க வேண்டும்.

இ. அத்தசைகளை இயக்கும் நரம்புகள் நன்கு செயல் பட வேண்டும். இம்மூன்றில் ஏதேனும் ஒன்று சரிவர இல்லையேல் மூட்டு அசைந்து இயங்காது.

மூட்டின் உருவ மாற்றச் செயல்கள் (Reactions of Joint Structure)

செயல் மாற்றங்களுக்குத் தகுந்தாற்போன்று மூட்டுப் பகுதிகளின் உருவ அமைப்பும் மாறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஓர் அசையும் மூட்டு, தொடர்ந்து அசையாமல் நிலை நிறுத்தப்பட்டால், மூட்டு உறை, பந்தகங்கள், தசைகள் ஆகியவையும் அந்த அளவிற்கு நாளடைவில் சுருங்கி விடுகின்றன. இந்நிலை நீடிக்கப் பட்டால், இரத்த ஓட்டமில்லாத, எலும்பின் நுனி களான குருத்தெலும்புகளில் இரத்த ஓட்டம் வளர்ந்து, குருத்தெலும்பு நார்த்திசுவாக (Fibrous Tissue) மாறி இறுதியில் மூட்டு எப்போதுமே அசைக்க முடியாமல் ஒட்டிக்கொள்கிறது. இதே போன்று மூட்டின் உறுப்பு கள் புதிய சூழ்நிலைக்கேற்ப அமைப்பை மாற்றிக் கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மூட்டின் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் அசைவு மிகுதிப்படுத்தப்பட் டால், நாளடைவில் தசைகள், பந்தகங்கள், மூட்டு உறை ஆகியவை நீளுவதுடன், மூட்டுக் குருத்தெலும் பும் அதற்கேற்ப வளர்கிறது. செயலுக்குத் தகுந்தாற் போன்ற கூட்டமைப்பு மாறுபடுகிறது (Structure adapts to function) என்ற விதியை உறுதிப்படுத்து கின்றன.

எம். சி. இ.

நூலோதி

1. **Robert B-Duthie and George Bently**, *Mercer's Orthopaedia Surgery*, Eighth Edition, Arnals-Heinemann, 1983.

2. **Bailey & Love**, *Text Book of Surgery*, 1976

3. **Cunningham**, *Text Book of Anatomy*, Oxford

அசைல் ஏற்றம்

அசைல் தொகுதியைப் ($R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) பதிலீட்டு வினை யின் மூலம் ஒரு மூலக்கூற்றுடன் சேர்ப்பது அசைல் ஏற்றம் (acylation) எனப்படும். அசைட்டைல் தொகுதி ($CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) இந்த வினையின் மூலம் இணைக் கப்பட்டால் அது அசெட்டைல் ஏற்றம் என்றும் அதுவே பென்சாயில் தொகுதிப் ($C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) பதிலீட்டு முறை யில் இணைக்கப்பட்டால் அது பென்சாயில் ஏற்றம் (benzoylation) என்றும் வழங்கப்படும். இந்த வினை நடைபெறுவதற்கு அசைல் ஏற்றி (acylating agent) ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட, எளிதில் விலக்கப் படுகிற அய்ட்ரஜன்களைக் கொண்ட மூலக்கூற்றைத் தாக்க வேண்டும். அமில ஆலைடுகள், அதிலும் சிறப் பாக குளோரைடு, மிக அரிதாகப் புரோமைடு, அமில நீரிலிகளும் இந்த வகை வினைகளுக்கு வினைபொருள் களாகப் பயன்படுகின்றன.

ஃப்ரீடல் கிராஃப்ட்ஸ் அசைல் ஏற்றம்

அரோமாட்டிக் சேர்மங்களில் இருக்கும் அய்ட்ரஜன் களில் ஏதாவது ஒரு அய்ட்ரஜனைப் பதிலீட்டு வினை யின் (substitution reaction) மூலம் எடுத்துவிட்டு அசைல் தொகுதியை அதற்குப் பதிலாகச் சேர்ப்பதே ஃபிரீடல் கிராஃப்ட்ஸ் அசைல் ஏற்றம் (Friedel-Crafts acylation) என்றழைக்கப்படுகிறது.

$$C_6H_6 + Cl{\cdot}CO{\cdot}CH_3 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5{\cdot}CO{\cdot}CH_3 + HCl$$

ஓரிணைய (primary), ஈரிணைய (secondary) ஆல்க ஹால்கள் அமிலக்குளோரைடுடன் நேரிடையாக அல்லது பிரிடின் கரைப்பானிலோ வினைபுரிந்து அசைல் (அசெட்டைல்) ஏற்ற விளைவால் எஸ்டர்களை அளிக் கின்றன.

$$C_2H_5OH + Cl{\cdot}CO{\cdot}CH_3 \longrightarrow HCl + CH_3{\cdot}COO{\cdot}C_2H_5$$

(எதில் அசெட்டேட்)

$$(CH_3)_2{\cdot}CH{\cdot}OH + Cl{\cdot}CO{\cdot}CH_3 \longrightarrow HCl + (CH_3)_2CHCOOCH_3$$

(அய்சோபுரொப்பைல் அசெட்டேட்)

அசெட்டிலீனை அசெட்டைல் ஏற்றம் செய்வதால் கிடைக்கும் பொருளுடன் அசெட்டிக் அமிலத்தை வினையூக்க முறையில் வினைபுரியச் செய்தால் கிடைக்கும் வைனைல் அசெட்டேட் ($CH_3.COO{\cdot}CH=CH_2$) பிளாஸ்டிக் தொழிலுக்கு இன்றியமை யாத ஒருறுப்புச் சேர்மமாகப் பயன்படுகிறது.

$$CH_3COOH + HC{\equiv}CH \longrightarrow CH_3.\overset{O}{\overset{\|}{C}}.O.CH{=}CH_2$$

(வைனைல் அசெட்டேட்)

செலுலோஸ் அசெட்டிக் நீரிலியுடன் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில் வினைபுரிந்து கிடைக்கும் செலுலோஸ் டிரை அசெட்டேட் (cellulose triacetate), அசெட்டேட் ரேயான் தயாரிக்க உதவுகிறது.

மிகச் சிறப்பான வலி நீக்கியான ஆஸ்பிரின் (aspirin), சாலிசைலிக் அமிலம் (salicylic acid) அசெட்டிக் நீரிலியுடன் (acetic anhydride) வினைபுரிவதால் கிடைக்கிறது.

$$C_6H_4(OH)COOH + (CH_3CO)_2O \longrightarrow C_6H_4(O{\cdot}CO.CH_3)COOH$$

(காண்க; ஃப்ரீடல் - கிராஃப்ட்ஸ் அசைல் ஏற்றம்; அமில நீரிலிகள்; எஸ்டர்கள்).

நூலோதி

1. Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edn., 1983.
2. Finar I.L., *Organic Chemistry*, Vol I, Sixth Edition ELBS, London 1973

அசைவயிறு அறுவைச் சிகிச்சை

அசைவயிறு விலங்கினங்களில் உண்டாகும் திடீர் நோய்களினாலும், வேற்றுப் பொருள்கள் உணவின் மூலம் அசைவயிற்றில் சென்று அதன் மூலம் ஏற்படும் உபாதைகளினாலும் ஏற்படும் உடல் நலக் குறையை நீக்குவதற்காக அசைவயிறு அறுவைச் சிகிச்சை மிகவும் அவசியமாகிறது. எனவே இத்தகைய சிகிச்சை எப்போது செய்ய வேண்டியுள்ளது, எவ்வாறு செய்யப்படுகின்றது, அறுவைச் சிகிச்சைக்குப் பின்னர் கவனிக்க வேண்டிய அம்சங்கள் யாவை என்பவற்றை இங்கு காண்போம்.

அசை வயிற்றினுள் வேண்டத்தகாத பொருள்கள்

அசைபோடும் கால்நடைகளில் இரைப்பை என்னும் உறுப்பு நான்கு பெரிய அறைகளாக அமைந்துள்ளது. அவை மற்ற கால்நடைகளைவிட நார்ச்சத்து அதிகமுள்ள தீவனத்தை அதிக அளவில் உண்ணும் திறன் கொண்டவை. இதனால் அசை வயிற்றின் கொள்ளளவும் பெரியதாகவே அமைந்துள்ளது. இந்நிலையில் ஆடு, மாடு போன்ற அசைபோடும் விலங்குகள் அவற்றிற்குக் கிடைக்கும் தீவனத்தைக் கிடைத்த மாத்திரத்தில் உட்கொள்ளவும், அவற்றைப் பின்னர் அசை போட்டுச் செரிமானம் செய்யவும் பழக்கமுள்ள விலங்குகள் பொதுவாக மேய்ச்சல் தரையில் மேயும்போது சுருங்கி வரும் மேய்ச்சல் நிலத்தில் குறைவாகவே கிடைக்கும் புல் தீவனத்தை எது நல்லது, எது சிறந்தது அல்லது தீமை விளைவிக்கும் பொருள்கள் கலந்துள்ளனவா என்று அலசிப் பார்த்துத் தேவையானவற்றை உட்கொள்ளவும், தேவையற்றவற்றை ஒதுக்கிடவும் அவகாசம் கிடைப்பதில்லை. இதனால் கண்டவுடன் கிடைத்த தீவனங்களை அப்படியே உட்கொண்டு விழுங்கி விடும் பழக்கம் வாய்ந்தவை அசைபோடும் விலங்குகள்.

அசை வயிற்றில் உட்செல்லும் வேண்டத்தகாத பொருள்கள்

இத்தகைய மாறுபட்ட உணவுப் பழக்க வழக்கங்களால் ஆடு, மாடுகள் மேயும் போது ஆணி, இரும்புத் துண்டு, கண்ணாடித்துண்டு, கம்பிவயர், பிளாஸ்டிக் வயர், பிளாஸ்டிக் துண்டு, முள், குச்சி, நாணயம், பாட்டில் மூடி போன்ற வெளிப் பொருள்கள் உணவோடு உட்சென்று அசைவயிற்றில் தங்கிவிடுகின்றன.

தவிர, அன்றாடம் கால்நடைகள் உடம்பை நக்கும் போது தோலின் மேலுள்ள உரோமம் உடலில் உட்செல்கின்றது. இவ்விதம் அதிக அளவில் உட்செல்லும் உரோமம் வயிற்றிலுள்ள சுரப்பிநீர் ஆகியவற்றுடன் கலந்து உரோமப்பந்து (Hair Ball) உருவில் பெரியதாகி நாளடைவில் உணவுப்பாதையை அடைத்து வயிறு உப்புதல், வயிற்றுவலி ஆகிய உபாதைகள் உண்டு பண்ணக்கூடும்.

அசைபோடும் விலங்குகளில் கீழே கண்டுள்ள காரணங்களால் அறுவைச் சிகிச்சை மிகவும் அத்தியாவசியமாகிறது.

1. சாணம் கட்டியாகிச் சாணம் வெளிவராமல் வயிறு அடைப்பு (Impaction) ஏற்பட்டுக் கால்நடைகளில் உடல் நலம் குன்றிக் காணப்படும் போதும்,
2. உண்ணும் உணவில் குதிரை மசால் (Lucerne), சவுண்டல் (Savundal), பில்லிபசறு, கடலைக்கொடி போன்ற புரதம் நிறைந்த வாயுப் பொருள்களை அதிக அளவில் உட்கொள்ளும் சமயம் அதிதீவிர வயிறு உப்புதல் (Acute bloat) ஏற்பட்டு மூச்சுத் திணறல் உண்டாகும்போதும்,
3. குச்சி அல்லது வயர் ஆகியவை அசைவயிற்றில் உட்சென்று அசைவயிற்றில் குத்திக் காயம் பண்ணுவதால் காய்ச்சல் ஏற்பட்டு டிரவுமாட்டிக் ரெட்டிகுளட்டிஸ் (Traumatic Reticulatis) போன்ற காரணங்களால் உடல்நலம் குன்றிக் காணப்படும் போதும்,
4. உரோமப் பந்து அல்லது பிளாஸ்டிக் துண்டு, உலோகத் துண்டுகள் ஆகியவை அசைவயிற்றில் தங்கி உணவுப் பாதையை அடைத்துவிடும் நிலையில் எக்ஸ்ரே படத்தின் மூலம் நிலையை அறிந்து நீக்க வேண்டிய போதும்,
5. அசைவயிற்றில் எதிர்பாராத வகையில் உண்டாகும் கிளிசல் (Rupture) காரணமாக அவற்றைச்

சரிசெய்யத் தையல் போடும் அவசியம் ஏற்படும் போதும்,

6. அசைபோடும் விலங்குகளான செம்மறி ஆடுகளில் குறிப்பாகக் குட்டிகளில் கம்பளி உருண்டை (Wool-Ball) அசைவயிற்றில் முக்கியமாக செரிமான அறையில் (Abomasum) பைலோரஸ் பாகத்தில் உணவுப் பாதை அடைபடும் சமயங்களில் அவற்றை நீக்குவதற்காகவும்,

7. எதிர்பாராத வகையில் ஏற்படும் விபத்தினால் ஏற்படும் காயம், புண், மாற்றம் போன்ற நிலைகளைச் சரிசெய்ய வேண்டிய நிலையிலும்.

அறுவைச் சிகிச்சையின் போது கவனிக்க வேண்டியவை.

அறுவைச் சிகிச்சை செய்யப்பட வேண்டிய கால் நடைகளின் தேக ஆரோக்கியம் நல்ல நிலைமையில் இருக்கிறதா என்று கவனித்துத்தேவைப்பட்டால் உடல் நிலையை அபிவிருத்தி செய்யக் குளுக்கோஸ் சலைன் (Glucose Saline) சிரைவழி உட்செலுத்துவது அவசியம். பின்னர் அறுவைச் சிகிச்சை செய்ய வேண்டிய இடத்தைச் சுத்தம் செய்வது மிகவும் அவசியம். அறுவைச் சிகிச்சையால் உண்டாகும் வலியைத் தவிர்க்க மயக்க மருந்து கொடுத்து அறுவைச் சிகிச்சை செய்வது மிக மிக அவசியம்.

தூய்மையான அறுவைச் சிகிச்சை உபகரணங்களைக் (Sterilised Instruments) கையாண்டு அறுவைச் சிகிச்சை செய்து முடிக்க வேண்டும்.

அறுவைச் சிகிச்சைக்குப்பின் கையாள வேண்டிய முக்கிய குறிப்புகள்

அறுவைச் சிகிச்சை முடிந்தவுடன் அந்த இடத்தில் நுண்ணுயிர்க்கொல்லி மருந்து வைத்துத் தூசிபடாமலிருக்கும்படி கட்டுப் (Bandage) போடவேண்டும். அறுவைச் சிகிச்சையினால் ஏற்பட்ட புண் விரைவில் குணமடைய நச்சு எதிர்ப்பு (Antibiotic) மருந்து கொடுப்பது அவசியம். திரவ ஆகாரம் சிறிது சிறிதாக கொடுத்துப் போட்ட தையல் பிரியாமலிருக்கும் பொருட்டுக் கவனமாகப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். தோல் மேல் உள்ள தையல் போட்ட இடம் விரைவில் குணமாகத் தினமும் சுத்தம் செய்து மருந்து போட்டுக் கட்டுக் கட்ட வேண்டும். இவ்விதம் தூய்மையான முறையில் கவனித்து வந்தால் தோல் மேலுள்ள தையலை 7 அல்லது 8 நாட்களில் பிரித்து விடலாம். அறுவைச் சிகிச்சை செய்யப்பட்ட கால் நடைகளை அதிக தூரம் ஓட்டிச் செல்லவோ, கனமான பொருள்களை எடுத்துச் செல்லவோ, 3-5 வாரம் வரை அனுமதிக்கக் கூடாது. அதன் பின்னர் எப்போதும் போல் வழக்கமான வேலைகளில் ஈடுபடுத்தலாம்.

ந.மா.

நூலோதி

J-J-O- Cunnor, *Doller's Veterinary Surgery, General. Operative and Regional*. Bailler Tinda and Co., London.

அசைவயிறு செரிமானம்

அசைபோடும் விலங்குகள் மக்களுக்குப் பயன்படாத நார்ச்சத்து மிகுந்த பொருள்களான வேளாண்துணைப் பொருள்களை உட்கொண்டு நமக்குச் சத்துள்ள உணவுப் பொருள்களான பால், இறைச்சி ஆகியவற்றைக் கொடுத்து உதவுகின்றன. இதன் மூலம் நமக்குத் தேவையான விலங்குகளின் புரதம் (Animal Protein) கிடைக்கிறது.

கால்நடைகளின் தீவனத்தில் முக்கியமாக மாவுப் பொருள்கள், புரதம் கொழுப்புச் சத்துக்கள் ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. இவை எவ்விதம் செரிக்கப்படுகின்றன என்பதை இங்கு விவரமாகக் காண்போம்.

அசை போடாத விலங்குகளின் உணவு செரிக்கப்படும் விதம், அசைபோடும் விலங்குகளினின்றும் சற்று வித்தியாசமாக உள்ளது. அசைபோடும் விலங்குகளின் உணவில் அதிக நார்ச்சத்து உள்ளதால் அதை செரிக்கத்தக்க பலவகையான நுண்ணுயிர்கள் அசை வயிற்றில் உள்ளன. நார்ச்சத்துள்ள தீவனப் பயிர்கள் அதிகம் உட்கொள்ளப்படுவதால், அவை வெகுநேரம் வயிற்றில் தங்கி நுண்கிருமிகளாலும், சுரக்கப்படும் நீர்களாலும் செரிமானம் ஆகி, உறிஞ்சக்கூடிய சத்துப் பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன.

அசைபோடுதல்

ஆடு, மாடுகள் புல்வெளியில் மேயும் சமயம் அவசர அவசரமாகக் கிடைக்கும் தீவனப் புல் வகைகளைத் தின்றுவாயில் சரிவர அரைக்கப்படாமல் வயிற்றறைக்கு முதல் பாகமாகிய அசைவயிற்றுக்கு வந்தடைகின்றன. மேய்ந்தபின் ஓய்வு நேரத்தில் வயிற்றறைக்கு வந்த உணவு வாய்க்கு மீண்டும் கொண்டுவரப்பட்டு உமிழ்நீருடன் கலந்து அரைக்கப்பட்ட பின்னர் வயிற்றறைக்குத் திரும்பவும் வந்தடைகிறது. இதற்கு அசைபோடுதல் என்று பெயர். சராசரியாக 7-8 மணி நேரம் வரை அசைபோடுவதற்கு நேரம் ஆகிறது. அசை வயிற்றிலுள்ள சாதகமான நுண்கிருமிகள், மாவுப் பொருள், புரதம் ஆகிய கொழுப்புச் சத்துக்களை செரிமானம் செய்ய உதவுகின்றன. இவ்விதம் பயனுள்ள வகையில் உணவுப் பொருள்களை உடலில் உறிஞ்சக் கூடிய அளவில் மாற்றியமைக்கும் கிருமிகளின் விவரத்தை இங்குக் காண்போம்.

அ. **செலுலோஸ் செரிக்கும் கிருமிகள்** (Cellulose Digester)

இவ்வகையில் அடங்கும் பாக்டீரியாக்கள்

பாக்டீரியாய்டஸ் ஃபைபிரினோ சால்வன்ஸ் (Bacteriodes Fibrino Solvens)

சக்சினோஜீன்ஸ் (Succinogenes)

பூட்டிரி வைப்ரியோ (Butrivibrio)

அசெட்டிஜெனிக்ராட் (Acetigenic Rod)

ஆ. **ஸ்டார்ச் டைஜஸ்டர்** (Starch Digester)

கிளஸ்டிரிடியம் லாக்கெடி (Clostridium-Lochaedii)

பாக்டீரியாய்டெஸ் ரூமினோகோலா (Bacteriodes Ruminocola)

சக்சினிமோனஸ் அமைலோலிட்டிகா (Succini (monas Amylolytica)

பாக்டீரியம் அமைலோபைலஸ் (Bacterium Amy-lophilus)

இ. **ஹெமி செல்லுலோஸ் டைசெஸ்டர்** (Hemi Cellulose Digester)

யூபேக்டீரியம் (Eubacterium)

ஈ. சர்க்கரையைச் செரிக்கும் நுண்ணுயிர் லேக்டோ பேசிலஸ் (Lacto Bacilles)

உ. மீதொனோஜெனிக் நுண்ணுயிர் (Methanogenic-Bacteria)

ஊ. மீதொனோ பாக்டீரியம் ரூமினியான்ந்தியம் (Methano Bacterium Ruminatium)

எ. புரோட்டோ லிட்டிக் நுண்ணுயிர் (Protolytic-Bacteriam)

ஏ. லைப்போலிட்டிக் நுண்ணுயிர் (Lypolytic Bacteria)

மேலே குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர்களைத் தவிர ஓர் அணு உயிரிகளும் அசைவயிற்றில் உள்ளன. இவ்வாறுள்ள நுண்கிருமிகள் முக்கியமான மூன்று பணிகளைச் செய்கின்றன. அவையாவன; (1) செலுலோஸ், ஹெமி செலுலோஸ் போனற பாலிசாக்கரைட்டுகளை (Poly Saccharides) ஆவியாகும் கொழுப்புமிக்க அமிலங்களாக மாற்றுகின்றன. (Volatile Fatty acid) இதனால் உடலுக்குத் தேவையான மொத்த சக்தியின் அளவில் 55 முதல் 60 விழுக்காடு வரை ஆற்றல் கிடைக்கிறது. (2) உடலுக்குத் தேவையான அவசியமிகு அமிலங்களையும் (Essential Amino Acids) உற்பத்தி செய்கின்றன. (3) உடலுக்குத் தேவையான பி. காம்ப்ளெக்ஸ் (B-Complex) என்ற உயிர்சத்துக்கள் தயாரிக்கப் படுகின்றன.

மாவுப்பொருள்கள் செரிமானம்(Carbohydrate Digestion)

உணவில் மாவுப் பொருள் அதிகமாக உள்ளது. தீவனத்திலுள்ள 70-75 விழுக்காடு அசைவயிற்றிலுள்ள நுண்கிருமிகளால் செரிமானம் செய்யப்பட்டு ஆவியாகும் கொழுப்பு அமிலங்கள் (Volatile Fatty Acids) கார்பன்டை-ஆக்ஸைடு (Carbondioxide), மீதேன் வாயு (Methane Gas) ஆகியவை உற்பத்தியாகின்றன. இவ்விதம் உற்பத்தியான அமிலங்களில் பெரும்பாலானவை அசைவயிற்றிலிருந்து உறிஞ்சப்படுகின்றன. மீதி உள்ளவை மற்ற பாகங்களுக்குச் சென்று உறிஞ்சப்படுகின்றன. சிறிதளவு அமிலங்கள் அசைவயிற்றிலுள்ள நுண்கிருமிகளால் (Microbian Protein) புரதம் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மொத்த வாயு உற்பத்தியில் 70-75 விழுக்காடு மீதேன் வாயுவாக உள்ளது. ஒவ்வொரு 100 கிராம் மாவுப் பொருள்களிலிருந்தும் 4.5 கிராம் மீதேன் வாயு உற்பத்தியாகிறது. இவ்விதம் உற்பத்தியாகும் மீதேன் வாயு பெரும்பாலும் ஆசன வாய்மூலம் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது. மீதேன் வளிமம் வெளிப்படுவதில் ஏதாவது சிக்கல் ஏற்பட்டால் வயிறு உப்புசம் (Bloat) ஏற்படுகிறது. இதனால் மூச்சுத்திணறல் ஏற்பட்டுத் தகுந்த நேரத்தில் சிகிச்சை அளிக்காவிடில் கால்நடைகள் இறக்கவும் நேரிடும்.

செரிப்பு பாதிக்கக் காரணம்

அதிவிரைவில் கரையக்கூடிய வெல்லப்பாகு கொடுக்கும்போதும், உணவிலுள்ள புரதத் தன்மையைப் பொறுத்தும் செரிமானத்தில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. இதனால் நார்ப் பொருள்களின் செரிமானம் குறைந்து செரியாமை ஏற்படக் கூடும்.

புரதச் செரிமானம்

அசைவயிற்றிலுள்ள நுண்கிருமிகளும், நொதிகளும் (Enzymes) உணவிலுள்ள புரதத்தைச் செரிக்கச் செய்துஅமினோ அமிலங்களாக (Amino Acids)மாற்றிய பின்னர் அவை கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, அமோனியா மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்களாக மாறுகின்றன. நுண்கிருமிகள் சிறிது அமினோ அமிலங்களைத் தங்களுக்குத் தேவையான புரதம் தயாரிக்கப் பயன் படுத்துகின்றன. அம்மோனியா இரத்தத்தின் மூலம் ஈரலுக்குக் கொண்டு வரப்பட்டு யூரியாவாக மாற்றப் படுகிறது. இவ்வாறு உற்பத்தியான யூரியா சிறுநீரின் மூலமாகவும், உமிழ்நீரின் மூலமாகவும் வெளியேற்றப் படுகிறது. உமிழ்நீர் மூலம் சிறிதளவு யூரியா மீண்டும் வயிற்றறைக்குக் கொண்டு வரப்பட்டு அங்கு யூரியேஸ் நொதி (Urease Enzyme) என்னும் நொதியால் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு அம்மோனியாகவும் மாற்றப்படுகிறது. தீவனத்தில் அதிகமாக மாவுப் பொருள்கள் இருந்தால் அம்மோனியா உற்பத்தி கணிசமான அளவு குறைந்து விடுகிறது. இதனால் புரதமில்லாத நைட்ரஜன் பொருள்களை (Non-Protein Nitrogenous Compounds) கிருமிகள் நன்கு பயன்படுத்தும் வாய்ப்பு அதிகரிக்கிறது. தவிர, உணவின் மூலம் கிடைக்கும் புரத அளவைப் பொறுத்துப் புரதச் செரிமானம் மாறுபடுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, சத்துக்

குறைவான தீவனம் கொடுக்கப்படும் போதும், தீவனப் பற்றாக்குறைவாலும் அங்குள்ள கிருமிகள், கிடைக்கும் அமினோ அமிலங்களை முழுமையாகப் பயன்படுத்தி நுண்கிருமிகளால் புரதம் தயாரிக்கின்றன. இதனால் கால்நடைகளுக்கு மீண்டும் புரதம் முழுமையாகக் கிடைக்க வாய்ப்புள்ளது. ஆனால் புரதம் நிறைந்த தீவனம் அசைபோடும் விலங்குகளுக்குக் கிடைக்கும்போது நைட்ரஜன் கழிவு அதிகமாக ஏற்பட்டு விலங்குகளுக்குத் தேவையான அமினோ அமிலங்கள் கிடைக்கும் வாய்ப்பு குறைந்து விடுகிறது.

புரதமில்லாத நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல்
(Utilisation of Non-Protein Nitrogenous Compounds)

அசைபோடும் விலங்குகள் புரதமில்லாத நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களையும் யூரியா (Urea), பையூரட் (Biuret) போன்றவற்றையும் பயன்படுத்தும் திறன் கொண்டவை. இதனால் உடலில் மொத்தம் சேகரிக்கக் கூடிய புரத அளவில் 30 முதல் 40 விழுக்காடு தேவையை யூரியா, பையூரட் ஆகியவற்றின் மூலம் பூர்த்தி செய்ய முடியும். எனவே கலப்புத் தீவனத்தில் யூரியாவை ஒரு விழுக்காடு அளவு சேர்த்துக் கொடுக்கலாம். யூரியாவை உணவாகக் கொடுக்கும்போது உணவைச் சுவைக்காக வெல்லப்பாகுடன் கலந்து கொடுப்பது அவசியம்.

கொழுப்புச் சத்து செரிமானம்

உணவிலுள்ள கொழுப்புச் சத்து செரிமானமடைந்து கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் (Fatty Acids), கிளைசரால் (Glycerol) ஆகவும் மாற்றப்படுகின்றன. கிளைசரால் பின்னர் புரோப்பியானிக் அமிலமாக (Propionic Acid) மாற்றப்படுகிறது.

உடலுக்குத் தேவையான ஆற்றல் உற்பத்தி
(Energy production)

உணவிலுள்ள மாவுப்பொருள், புரதம், கொழுப்பு ஆகியவை செரிமானம் அடைந்து அதன் மூலம் உடலுக்குத் தேவையான ஆற்றல் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளபடி உற்பத்தியாக்கப்படுகிறது.

1. ஒவ்வொரு கிராம் மாவுப்பொருளிலிருந்தும் கிடைக்கும் ஆற்றல்—4.1 கலோரி
2. ஒவ்வொரு கிராம் புரதத்திலிருந்தும் கிடைக்கும் ஆற்றல்—4.1 கலோரி
3. ஒவ்வொரு கிராம் கொழுப்பிலிருந்தும் கிடைக்கும் ஆற்றல்—9.3 கலோரி

வெளியாகும் சக்தி

உடலில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மொத்த ஆற்றலைச் (energy) சாணத்தின் மூலமும், சிறுநீரின் மூலமும் வீணாக்கி எரியக்கூடிய வாயுவாக உடலிலிருந்து ஆற்றல் வீணாகிவிடுகிறது. மீதியுள்ள ஆற்றல் உடல் வளர்ச்சிக்கும், உற்பத்திக்கும் பயன்படுகின்றது.

செரிமானம் செய்த உணவு உறிஞ்சப்படுதல்

அசைவயிறு, வலையறை ஆகியவற்றில் செரிமானமடைந்து உணவு ஏட்டறையின் மூலம் உண்மையான இரப்பை (true stomach) எனப்படும் செரிமான அறைக்குச் செல்கிறது. இவ்வாறு உணவுப் பாதையில் செல்லும்போது அசைவயிறு, வலையறை, ஏட்டறை ஆகியவற்றின் மூலம் ஆவியாகும் தன்மை வாய்ந்த கொழுப்பு அமிலங்களும் (Volatile fatty acids) அம்மோனியாவும், கரையும் தன்மை வாய்ந்த உணவுப் பொருளும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. மீதி உள்ள செரிமானிக்கப்பட்ட உணவு சிறுகுடலுக்கும், பெருங்குடலுக்கும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது.

உற்பத்தித் திறனை அதிகரிக்க

உடலைப் பராமரிக்கவும், உற்பத்தித் திறனை அதிகரிக்கவும் தேவையான தீவனம் கொடுத்து வளர்ப்பது அவசியம். தீவனப் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டால் தேவையான ஆற்றல் உடலிலிருந்தே எடுத்துக் கொண்டு வாழ நேரிடும். இதனால் நாளடைவில் உற்பத்தி குறைந்து விடக் கூடும். இந்நிலையைத் தவிர்க்க அசைபோடும் விலங்குகளின் எடை, வளர்ச்சி, உற்பத்தி அளவு, வேலைத்திறன் ஆகியவற்றிற்கேற்பக் கலப்புத் தீவனமும் தீவனப் புல்லும் கொடுத்துப் பராமரிப்பது மிகமிக அவசியம். கொடுக்கப்படும் தீவனத்தின் எடையைப் பொறுத்து உற்பத்தித் திறன் மாறுபடும். சத்தற்ற வைக்கோலும் குறைவான தீவனமும் கொடுப்பதை நிறுத்துவதோடு தரமான புரதம் நிறைந்த தீவனப் பயிர் ஆகியவற்றின் கலப்புத் தீவனம் அன்றாடம் கொடுக்க வேண்டியது அவசியம்.

கொடுக்கப்படும் கலப்புத் தீவனம் சுவையுள்ளதாகவும் ஒரே வகையாகவும் இல்லாமல் பலவகையாகவும், நுண் ஊட்டச் சத்துக்கள் நிறைந்ததாகவும் அமைவது அவசியம். அசைவயிற்றில் ஏற்படும் செரிமானம் சாதகமான அளவில் நடைபெறவும், தேவையான ஆற்றல் உடலுக்குக் கிடைக்கவும் மேலே குறிப்பிட்ட வகையில் உணவு முறை அமைந்தால் தான் உற்பத்தித் திறன் அதிகரிக்க வழி ஏற்படும்.

ந. மா.

நூலோதி

1. **S. K. Ranjhan**, *Animal Nutrition and Feeding Practices in India*. Vikas Publishing House, Pvt Ltd., New Delhi.
2. **H. H. Dukes**, *The Physiology of Domestic Animals*, Bailliere Tondall and Co., London.

அசைவயிறு சோதனைகள்

உலகிலுள்ள எல்லா உயிரினங்களையும் இரு முக்கிய பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தலாம். ஒன்று பேசும் திறமையுடைய மக்கள். மற்றொன்று பேசும் திறமையற்ற மாக்கள். இரண்டாவதாகக் குறிப்பிட்ட பிரிவை மேலும் இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அதாவது அசைபோடும் விலங்குகள் என்றும், அசை போடாத விலங்குகள் என்றும்.

கால்நடைகள் தமக்கு ஏற்படும் விருப்பு வெறுப்பு களை மனிதர்களைப் போல் வெளிப்படையாகத் தெரி விக்க இயலாத நிலையில் உள்ளன. கால்நடைகளுக்கு வியாதி அல்லது உடல் நலக்குறைவு எற்படும் சமயங் களில் கால்நடை சொந்தக்காரர்கள் அவற்றிற்குச் சிகிச்சை அளிக்க வேண்டும். கால்நடை மருத்துவர் கள் அவற்றைப் பரிசோதனை செய்து, ஏற்பட்டுள்ள நோய் அல்லது மாற்றங்களைக் கண்டறிந்து சிகிச்சை அளிப்பார்கள். உட்கொள்ளும் உணவின் மூலம் ஏற் படும் நோய்களைக் கண்டறிய அசைவயிறு மிகவும் பெருந்துணையாக உள்ளது.

அசைவயிறு சோதனையின் முக்கியத்துவம்

உட்கொள்ளும் தீவனமும், தீவனப் பயிர்கள் அனைத் தும் அசைபோடும் விலங்குகளில் இரைப்பையின் முதல் பாகமான அசைவயிறு (Rumen) என்னும் பகுதிக்கு வந்து சேர்கிறது. உணவின் தன்மையைப் பொறுத்து அசைவயிற்றின் சமநிலை வேறுபடுகிறது. அசை வயிற்றில் தான் உணவு எல்லாம் செரிப்புத் திரவங் களால் செரிமானம் அடைகிறது. அசைவயிறு எந்தக் கோளாறுகளினால் பாதிக்கப்பட்டாலும் அதன் வேலைத்திறன் குறைந்து உடல் நலம் குன்றிவிடும். இதனால் மற்ற அவயங்களும் பாதிக்கப்படலாம்.

அசைபோடும் விலங்குகளான ஆடு, மாடு போன்ற கால்நடைகள் கிடைக்கும் தீவனத்தை விரைவில் உட் கொள்ளும் பழக்கம் உள்ளவை. பின்னர் ஓய்வு நேரம் கிடைக்கும் போது திரும்பவும் உட்கொண்ட உணவு வாய்க்குக் கொண்டுவரப்பட்டு உமிழ்நீருடன் கலந்து அரைக்கப்பட்டு மீண்டும் அசைவயிற்றுக்கு வந்து சேர் கின்றது. ஆரோக்கியமாக உள்ள அசைபோடும் விலங்குகளில் காணப்படும் ஒரு முக்கிய நல்ல அறிகுறி அசைபோடுதலாகும். இதில் ஏதாவது மாறுதல் ஏற் பட்டு அசைபோடாமல் இருந்தால் வளர்சிதை வினை மாற்றம் (Metabolism) ஏற்பட்டு அசைபோடுதல் தொடரும். அசைபோடுவது நின்றுவிட்டால் அதன் பயனாக உற்பத்தித் திறன் குறைந்துவிடக்கூடும்.

உண்மையான் நோய்க் காரணங்களைக் கண்டறிய அசைவயிறு பரிசோதனை (Ruminal Examination) மிகவும் முக்கியமாகும்.

அசைவயிறு பரிசோதனை எவ்வெப்போது அவசியம்

1. கால்நடைகள் அசைபோடுதலை நிறுத்திவிட் டால் இச்சோதனை அவசியம்.
2. தீவனம் உண்ணாவிடில்.
3. கால்நடைகள் தேக ஆரோக்கியமாக இருக்கும் போது மூக்கின் மேல்பாகத்தில் (Muzzle) முத்து முத்தான நீர்த்துளிகள் காணப்படும். அவ் வாறின்றி நீர்த்துளி காய்ந்து காணப்பட்டால், பரிசோதனை செய்வது அவசியம்.
4. அசைவயிற்றில் உப்புதல் (Bloat) ஏற்படும் போது.
5. சாணம் போடுவது குறைந்து வயிறு அடைப்பு (Impaction) ஏற்படும்போது.
6. வயிற்றுவலி ஏற்பட்டு நிம்மதியின்றி கீழே படுப் பதும், எழுந்து நிற்பதுமாக இருக்கும்போது.
7. சாணம் எப்போதுமுள்ள நிறமில்லாமல், சளி போன்ற ஓர் சவ்வு சாணத்துடன் கலந்து கட்டி யாகவோ, நீர்த்தோ கெட்ட நாற்றத்துடன் வெளிவரும்போது.
8. குடல் ஏற்றம் ஏற்படும் சமயம்.

குறிப்பாக கறவை மாடுகளில் உற்பத்தித் திறனை அதிகரிக்கும் பொருட்டு ஆற்றல் மிக்க தீவன அளவை அதிகரிக்கும்போதும், மாட்டிற்குத் தேவையான உடற் பயிற்சி கிடைக்காத நேரங்களிலும் அசைவயிறு வலு விழந்து, குறிப்பாக உண்மையான இரைப்பை என்று கருதப்படும் 'செரிமான அறை' (Abomasum) என்ற அசை வயிற்றின் நான்காவது பாகத்தில் இடப்பெயர்ச்சி ஏற் படுவதைக் காணலாம். இவ்வகையில் இடப்புக்கம் அல்லது வலப்பக்கம் இடப்பெயர்ச்சி ஏற்படலாம்.

9. 'செரிமான' அறையில் சுழற்சி (Torsion) ஏற் பட்டு உணவுப் பாதையில் தடை உண்டாகும் போதும். அத்துடன் வயிற்றுவலி ஏற்படும் போதும்.
10. கால்நடைகளின் உள் ஒட்டுயிர்களான குடல் புழுக்கள் வளர்ச்சி அடைந்து எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்பதால் இரத்தக் கழிச்சல் ஏற்படும் போதும், பரிசோதிக்கச் சாணம் சேகரிக்கும் போதும்.
11. கால்நடைகள் உண்ணும் உணவோடு குச்சி, பிளாஸ்டிக் இழைகள், கம்பி, இரும்புத்துண்டு, நாணயம், கண்ணாடித்துண்டு ஆகியன அசை வயிற்றில் சென்று பின்னர் அசைவயிற்றின் அசைவினால் இதயத்தையும் பாதிக்கக்கூடும். சரிவர உணவு உண்ணாமலிப்பதோடு எடை குறைந்தும், உற்பத்தித் திறன் குறைந்தும் காணப்படும். இச்சமயங்களில் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் நலிவுற்றுக் காய்ச்சல் ஏற்பட்டுத் துன்புறும். இச்சமயம் உலோகத்தைக் கண்டுபிடிக் கும் கருவியால் (Metal Detector) அசைவயிற்றில் உள்ள உலோகங்களைக் கண்டு வெளியேற்ற எக்ஸ்ரேபடம் எடுத்து எப்பகுதியில் அவ்வுலோகம்

உள்ளது என்பதைக் கண்டுபிடித்து அதை வெளியே எடுக்கும்போதும் அசைவயிறு பரிசோதனை அவசியமாகிறது.

அசைவயிற்றில் பரிசோதனை செய்த பின்னர் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய முறைகள்

அசைபோடும் விலங்குகளின் அசைவயிற்றில் ஏதாவது இயல்பற்ற நிலை (Abnormality) ஏற்பட்டதன் விளைவாக உடல் நலம் குன்றிக் காணப்பட்டால் சிகிச்சை அளிக்க உடனடியாக ஏற்பாடு செய்வது அவசியம்.

தீவனம் உண்ண விருப்பமில்லாது இருந்தால் அவற்றிற்கு வெது வெதுப்பான கஞ்சி சிறிய அளவில் அடிக்கடி கொடுப்பது அவசியம். நலிவுற்ற கால்நடைகளை அதிகதூரம் ஓட்டிச் செல்வதைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

வயிறு உப்புதல் ஏற்படின் முதல் உதவியாக நீளமான வைக்கோல் பிரியை வாயில் விட்டு அதன் இருமுனைகளையும் கொம்பில் அல்லது கழுத்தில் இணைத்து விடுவது நல்லது. இதனால் அசைபோட வாய்ப்பு உண்டாவதால் வயிற்றிலுள்ள காற்று குறைய வழி ஏற்படக்கூடும். தவிர வயிறு உப்புதல் குறைய அரை லிட்டர் முதல் ஒரு லிட்டர் வரை கடலை எண்ணெயை வாயின் மூலம் உட்செலுத்தவேண்டும்.

வயிறு அடைத்திருந்தாலும் (Impaction), சாணம் போடாமல் இருந்தாலும் கஞ்சி கொடுக்க வேண்டும்.

அசைவயிற்றில் உலோகம் இருப்பதாகக் கண்டறிந்தால் அதை அறுவைச் சிகிச்சையின் மூலம் அகற்றிவிடலாம்.

அசைவயிற்றில் எந்தப் பாகத்திலாவது புண் ஏற்பட்டிருந்தால் நச்சு எதிர்ப்பு மருந்து கொடுத்துக் குணப்படுத்தலாம். உடல் நலிவுற்றிருப்பின் ஊசி மூலம் மின்பகு பொருள் கொடுக்கலாம்.

இரத்தக் கழிச்சல் ஏற்பட்டால் உள் ஒட்டுண்ணிகளான புழுக்கள் குடலில் இருக்கலாம். அப்போது நுண்ணோக்கியால் (Microscope) சாணத்தைப் பரிசோதனை செய்து அதற்கேற்ற 'குடல்புழு நீக்க மருந்து' கொடுத்துக் குணப்படுத்தலாம்.

ந .மா.

நூலோதி

1. **H. H. Dukes** *The Physiology of Domestic Animals,* Bailliere Tindall and Co., London.

அசைவற்ற சிறுகுடல்

அசைவற்ற சிறுகுடல் என்பது குடல் விறைப்பற்ற நிலையில் குடல் அலைகள் குறைந்து வயிறு வீங்கிக் காணப்படும் நிலையேயாகும். இந்நிலை பொதுவாக நரம்பு - தசைகளுக்குரிய செயல் பழுதுபடுவதாலேயே ஏற்படுகின்றது அப்பொழுது வயிற்று வீக்கத்துடன், மலச்சிக்கல், வாந்தி, குசு பிரியாநிலை, குடல் அலைவு, ஒலி கேளாமை முதலியவை ஏற்படும்.

வயிற்றுப் பின்புறம் உள்ள உட்புறச் சுவரின் அடிப்புறத் திசுக்களில் மாறுபாடு நிகழும் பொழுது அசைவற்ற குடல் (Adynamic Ileus) ஏற்படுகின்றது. (எடுத்துக்காட்டு - இருபுறமும் செய்யப்படும் முதுகு பரிவு நரம்பு அறுவை, சிறுநீரகம் அகற்றும் அறுவை, அடிபட்ட நிலையில் ஏற்படும் கீழ் முதுகு இரத்த ஒழுக்கு, தண்டுவட எலும்பு முறிவுக்கு மாவுக்கட்டு பின்னோக்கிப் போடப்படும் நிலை, சிறுநீரகக் கல்லினால் ஏற்படும் வலி, பிரசவத்திற்குப் பிந்திய நிலை, தண்டுவட எலும்பு முறிவு.)

வயிற்று உட்புறச் சுவர் அழற்சியுடன் அசைவற்ற குடல் சேர்ந்து காணப்படும். இந்நிகழ்ச்சி முதலில் அழற்சியைப் பரவாமல் தடுக்க இயற்கை செய்து கொள்ளும் தடுப்பு முறையாகும். பிறகு, சீழினால் உண்டாகும் நஞ்சு குடலில் உள்ள நரம்புகளைச் செயலிழக்கச் செய்து குடல் அடைப்புக்கான அறிகுறிகளை ஏற்படுத்தும். இந்நிலையில் குடல் பகுதிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று நார்ப்பொருள்களினால் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

உடல் வளர்சிதை மாற்றத்தின் மாறுபாடு காரணமாக இரத்தத்தில் யூரியா என்ற பொருள் அதிகரித்த நிலையில், அசைவற்ற குடல் வயிறு வீக்கத்துடன் வாந்தி, விக்கல், சிறுநீரகப் பழுது முதலியவற்றுடன் தோன்றும். (எடுத்துக்காட்டு-புராஸ்டேட் அறுவைச் சிகிச்சைக்குப் பிந்திய நிலை). இதைப் போலவே நீரிழிவு நோயினால் ஏற்படும் ஆழ்ந்த மயக்கம், பொட்டாசியம் குறைந்த நிலை அல்லது குறை தைராய்டு சுரப்பு நிலையில் செய்யப்படும் மற்ற அறுவை முறைகளிலும் காணப்படும்.

புரோபாந்தின், அட்ரோபின், ஹெக்சாமெத்தோனியம் புரோமைட் போன்ற மருந்துகளும் அசைவற்ற குடலை ஏற்படுத்தும். வயிற்றில் சிறு அறுவைச் சிகிச்சை செய்யப்பட்டாலும் குடல் அசைவற்ற நிலை ஏற்படுகின்றது. இந்நிலை ஏன் ஏற்படுகின்றது என்பது இன்னமும் அறிவுலகிற்கு ஓர் புதிராகவே உள்ளது. ஆனாலும் இதற்குக் காரணமாகச் சொல்லப்படுபவை, அறுவைச் சிகிச்சையின் பொழுது முறையறியாமல் குடலைக் கையாள்வது, பொட்டாசியக் குறைவு, இரத்தம், நீர், மலம் முதலியவை வயிற்றினுள் சிந்திய நிலை, உட்புறச் சுவர் அழற்சி முதலியவையாகும்.

இந்நோயின் அறிகுறியாக வயிறு வீக்கம், முயற்சி அற்ற முறையில் ஏற்படும் வாந்தி, மலச்சிக்கல், வயிற்றுக்கோளாறு, உணர்ச்சியுடன் கூடிய நிலை முதலியவை தோன்றும். அப்பொழுது நாடித் துடிப்பு அதிகமாகி உடல் வெப்பம் சாதாரணமாகக் காணப்

படும். ஆனால் அசைவற்ற குடலுடன் மார்புச் சளி முதலியவை சேர்ந்திருப்பின் உடல் வெப்பம் கூடுதலாக இருக்க வாய்ப்பு உண்டு. வயிற்றில் நீரும், காற்றும் இயல்பாக இருப்பதைவிடக் கூடுதலாக இருப்பதால் வயிறு வீங்கிக் காணப்படும். இந்நிலையில் வயிற்றை அசைத்தால் ஓசை கேட்கும். வயிற்றில் ஒலி கேட்கும் கருவி மூலம் குடல் அசைவு ஒலிகளைக் கேட்டால் ஓசை பெரும்பாலும் கேட்காது. அப்படிக் கேட்டாலும் மிகக் குறைந்த அளவே கேட்கும். வயிறு வீங்கிய நிலையில் இதய சுவாச ஒலிகள் வயிற்றில் கேட்கும்.

நோயை அறியக் கதிர்வீச்சுப் படம் நின்ற நிலையில் எடுக்கப்படும் பொழுது சிறுகுடல் வயிற்றின் நடுவில் வளையம் வளையமாகக் காணப்படும். பிறகு காற்று பெருங்குடல், சிறுகுடல் முதலியவைகளில் அங்குமிங்கு மாகப் பல அளவுகளில் காணப்படும். ஆனால் படுத்த நிலையில் எடுத்தபடங்களில் காற்றுபரவிக்காணப்படும்.

அசைவற்ற குடலின் பொழுது உடலியக்கத்தில் ஏற் படும் மாறுபாடு காரணமாக இரைப்பையும், சிறுகுட லும் மிகவும் மெலிந்து வீங்கிச் சில சமயம் நீலநிறமாகக் காணப்படும். இதனுள் காற்றும், மரநிறம் போன்ற நீரும் இருக்கும். குடல் பகுதிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று நார்ப் பொருள்களினால் ஒட்டிக் காணப்படும்.

இக்குடல் வீங்கிக் குன்றிய நிலையில் காணப்படும் பொழுது அங்குள்ள இரத்த தந்துகிகள் பிளாஸ் மாவைக் குடலின் உள்ளும், வயிற்றினுள்ளும் கசியச் செய்யும். மேலும் குடற்சுவரில் உள்ள வில்லைகள் (Villi) பழுதடைந்து இருப்பதால் குடலில் ஊறும் சுரப்பிகளும் குடலினால் உறிஞ்சப்படுவதில்லை. ஆகவேதான் இவை வாந்தியாக வெளிவருகின்றன. இந்நிலையில் உடலில் சோடியம், பொட்டாசியம் குளோரைடு, நீர், இரத்தம், புரதம் போன்றவை குறைந்து காணப்படும். குடல் வீங்கிக் காணப்படுங் கால் இரத்த ஓட்டம் சரிவர நடைபெறாத நிலையில் நச்சுப் பொருள்கள் குடலில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. இந் நிலையில் வயிறு வீங்கி நுரையீரலும், இதயமும் செய் யும் வேலைகளைப் பாதித்து வயிற்றில் அழுத்தத்தை உண்டாக்கி ஈரல் சிரை, பெரும் சிரை, வெளிப்புறச் சிரைகளினால் இரத்தப் படிவு உறைதல் நிலை (Thrombosis) ஏற்படுகின்றது. அப்பொழுது உடல் சீர் கேடடைந்து சிறுநீரக, இதயப் பழுதுகள் ஏற்படும்.

குடல் அசைவற்ற நிலையை அறுவை முறைகளுக்குப் பிறகு ஏற்படும் குடல் அடைப்பு, பாதி வயிற்றுப் பிளவு முதலியவற்றிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிய வேண்டும், ஏனெனில் இயல்பாகவே குடல் அசைவற்ற நிலை உடலியக்கத்தின்படி 48 மணி நேரம் நீடிக்கும்.

இதற்கு மாறாகக் குடல் அசைவற்ற நிலை 4 நாட் களுக்கு மேலும் இருந்தால், அறுவைச் சிகிச்சைக்குப் பின் வாயு, மலம் முதலியவை வெளியேறிய பின் வயிறு வீங்குதல், வயிற்றில் குடல் அசைவு ஒலி அதிகமாகக் கேட்டல், வாயு வெளியேறாத நிலை, வயிற்றில் விட்டு விட்டு வலி தோன்றுதல், கதிர்வீச்சுப் படத்தில் சிறு குடல் வீங்கிய நிலையில் பெருங்குடல் நிழல் தெரி யாமை, ஆகிய நிலைகளில் குடல் அடைப்பு ஏற்பட்டுள் ளது என்று கொள்ள வேண்டும். அசைவற்ற உட லுக்கு முதன்மையான மருத்துவம் தடுப்பு முறையே யாகும். அறுவைச் சிகிச்சைக்கு முன் நோயாளியின் உடலில் நீர், உப்பு முதலியவற்றைச் சரிசெய்ய வேண் டும். அறுவைச் சிகிச்சையின் பொழுது குடலை மெது வாகத் தொட்டுக் கையாள வேண்டும். அந்நிலையில் இரத்தமும், குடலில் உள்ள பொருள்களும் வயிற்றி னுள் சிந்தாது பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். வயிறு வீங்கிய நிலையில் உண்ணவோ, குடிக்கவோ கூடாது. மேலும், வயிற்றிலுள்ள சுரப்புகளை ரப்பர்க் குழாய் மூலம் அகற்ற வேண்டும். மார்ஃபியா மருந்துகளைத் தவிர்த்துப் பெத்திடின் மருந்துகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

மலக்குடல் கழுவுதல் (Rectal enema), பேதி மருந்து முதலியவை எந்த விதத்திலும் இவர்கட்குப் பயன் தரா. மேலும், குடல் அலைகளை அதிகரிக்கச் செய்ய உதவும் பான்டோதினிக் அமிலம், பின் பிட்யூட்டரி ஊக்கிகள், மருந்துகள் எவ்விதத்திலும் உதவா. இம்மருந்துகளைக் கொடுப்பது "சோர்வுற்ற குதிரையைச் சாட்டை யினால் அடிப்பதைப்" போல் ஆகும். கோனத்தடின் என்ற மருந்தை 20 மி.கி. சிரை வழியாகச் சுமார் 40 நிமிடங்கள் நாடித்துடிப்பைக் கவனித்த நிலையில் கொடுக்கலாம். இதில் முழு நலம் கிடைக்க வழியுண்டு.

உடல் நலம் பெற்று வருகிறது என்பதற்கான அறிகுறிகள்

முதலில் வயிற்றில் வீக்கம் குறையும். அதன் பிறகே ஒலி கேட்கும். அதன் பின் வாயு வெளியேறி வயிற்றுப் போக்கு ஏற்படும். இந்த வயிற்றுப் போக்கிற்கு மருத் துவம் தேவையில்லை. இந்நிலைக்கு உடலும், குடலும் திரும்பாதபோது அறுவைச் சிகிச்சை செய்து குடலில் உள்ள பொருள்களை உறிஞ்சிகள் மூலம் அகற்றிக் குடல் வீக்கத்தைக் குறைப்பது முறையாகும்.

சு.ந.

நூலோதி

Davis-Christopher-*Text Book of Surgery*. Saunder's Publication-1983 Publication.

அசோகு

இது **சராகா** (Saraca) பேரினத்தைச் சார்ந்தது. இது ஒரு நடுத்தர உயரமுள்ள பசுமை நிற (Evergreen) மர மாகும். இது அல்லி இணையா சீசல்பீனியேசிக் (Caesalpiniaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இந்தப் பேரினத்தில் ஏறக்குறைய 16 சிற்றினங்களுள்ளன,

அசோகு, சராகா அசோக்கா (Saraca asoca (Roxb.) De Wilde = S. indica Linn. non auct.) என்ற சிற்றினத்தைச் சார்ந்ததாகும். இது ஆற்றோரங்களிலும், பசுமை நிறக் காடுகளிலும் (Evergreen forests) அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இது அநேகமாக இந்தியாவின் எல்லாப் பகுதிகளிலும், கிழக்கு இமாலாயப் பகுதிகளிலும், காசியா (Khasia), காரோ (Garo), லூசெய் (Lushai) மலைப் பகுதிகள், அரக்கான், தென்னாசரிம் (Tenasserim), அந்தமான் தீவுகள் ஆகிய பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றது. மேலும் இது 750 மீ. உயரம் வரை காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள்: இதன் இலைகள் எப்பொழுதும் பசுமையாக இருக்கும். இது 6-9 மீ. வரை வளரக் கூடியது. இளந்தண்டுகளும், தளிர்களும் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். இதன் இலைகள் கூட்டு இலை வகையைச் சார்ந்தவை. இலைகள் நீண்டு 3-6 சோடி சிற்றிலைகளைப் பெற்றிருக்கும்; (7.5—22.5 × 12.5 செ.மீ.) பூக்கள் மலரும்பொழுது சிவப்பு கலந்த மஞ்சள் நிறமாக இருந்து கடைசியில் சிவப்பாக மாறுகின்றன; சிறந்த மணம் கொண்டவை. மஞ்சரி கோரிம்ப் (Corymb) வகையைச் சார்ந்தது; அடர்த்தியானது; 7.5—10 செ.மீ. அகலமுடையது, மஞ்சரித் தண்டும் (Peduncle), மலர்க்காம்பும் (Pedicel), பூக்களின் நிறமுடையவை. அல்லி இதழ்கள் கிடையா. புல்லி இதழ்கள் 4; புல்லி இதழ் வட்டக் குழல் (Calyx tube) இதழ்களை விட இரு மடங்கு நீண்டிருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் 7-8. கனி பாட் (Pod) வகையைச் சார்ந்தது; 10—25 × 3.5—7 செ.மீ, அளவினை உடையது. மரக் கட்டை போன்று கெட்டியானது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: இது இந்தியாவில் ஒரு புனித மரமாகக் கருதப்படுகிறது. இந்துக்களும், பௌத்தர் களும், தங்களுடைய மத வழிபாடுகளில் பயன்படுத்துகின்றனர். இம்மரம் விதைகளின் மூலம் பரப்பப்படுகிறது. மேலும் இது ஓர் அழகு தரும் மரமாக வளர்க்கப்படுகின்றது. இதன் பட்டையிலிருந்து மருந்துப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பட்டையிலிருந்து கிடைக்கும் மருந்து கருப்பையில் உண்டாகும் பல வகையான வியாதிகளுக்கு மருந்தாகவும், தொற்று வகையைச் சார்ந்த வயிற்றுப் போக்கிற்கு மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. செரிப்பின்மை (Dyspepsia), பித்தம், சீதபேதி (Dysentery), மூலவியாதி (Piles), வயிற்றுப்புண் (Ulcer), பருக்கள் (Pimples) போன்றவைகளைக் குணப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகிறது. பூக்களை நீரில் அரைத்துச் சீதபேதிக்குக் கொடுப்பார்கள். உலர்த்தப் பட்ட மலர்கள் நீரிழிவு அல்லது சர்க்கரை வியாதிக்கு (Diabetes) மருந்தாகக் கொடுக்கப்படும். அஸ்ஸாமில் பாக்குக்குப் பதிலாக இதன் காய்களைப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். மேலும், இவை மாட்டுத் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றன. அஸ்ஸாமில் கலப்பைகள் செய்வதற்கும், இலங்கையில் வீடு கட்டுவதற்கும் இதன் மரக் கட்டை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதனுடைய இலையிலிருந்து கிடைக்கும் மருந்து இரத்தத்தைச் சுத்தப்படுத்த உபயோகப்படுகிறது. சீரகத்தின்சாறுடன் அசோக மரத்தின் இலையின் சாற்றையும் சேர்த்து

1. பிலார்; 2. பூவின் விரிப்புத் தோற்றம்; 3. கனி; 4. மகரந்தத் தாள்; 5. சூலகம்.

வயிற்று வலிக்கு மருந்தாக உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். மேலும் இது கருப்பைக்குச் சிறந்த வலிமையூட்டும் மருந்தாகப் பயன்படும். இதைச் செயலை என்று சங்க நூல்கள் அழைக்கின்றன.

சி.லெ.

நூலோதி

Brandis, D. *Indian Trees,* pp. 767, Constable & Co., Ltd., Lond., 1921.

Gamble J. S. *Fl., Press, Madras.* Vol. I. 408-409. Adlard & Son, Ltd., Lond., 1919.

The Wealth of India. CSIR, Publ., Vol. IX pp. 472, 1972.

அசோ சாயங்கள்

பலவகைச் சாயங்களில் முதன்மையாகவும், மிகுந்த அளவிலும் தயாரிக்கப்படுபவை அசோ சாயங்கள் (azo-dyes).

அசோ சாயங்களில் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அசோ தொகுதிகள், $(-N=N-)$ காணப்படும். இத்தொகுதிகள் நிறம் தாங்கி (chromophore) யாக உள்ளன. இதைத் தவிர, அமினோ தொகுதி, $(-NH_2)$ சல்ஃபானிக் தொகுதி $(-SO_3H)$, டைமெதில்அமினோ தொகுதி $(-N(CH_3)_2)$ போன்ற நிறப் பெருக்கிகளும் (auxochromes) அசோ சாயங்களில் அடங்கும்.

அசோ சாயத் தயாரிப்பில் இரு வகை வேதிவினைகள் நிகழ்கின்றன. முதலில் அரோமாட்டிக்ஒரிணைய அமீன் (primary amine) டையசோஆக்கம் (diazotisation) செய்யப்படுகிறது. இவ்வினையில் அரோமாட்டிக் அமீன் அதன் டைஅசோ உப்பாக மாற்றப்படுகிறது. டைநைட்ரஜன் ஏற்றவினை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

$$Ar-NH_2 + 2\,HX + NaNO_2 \longrightarrow Ar-N_2^+X^- + NaX + 2\,H_2O$$

டையசோ இணைத்தல் (diozo coupling) என்ற வினை இரண்டாவது கட்டத்தில் நிகழ்கிறது. இவ்வினையின்போது டைஅசோ உப்பு வீரிய அய்ட்ரஜனைத் (active hydrogen) தாங்கியுள்ள ஃபீனால், நாஃப்தால், அரோமாட்டிக் அமீன்கள் போன்ற சேர்மங்களோடு இணைந்து அசோ சாயத்தைத் தரும். இணைத்தல் (coupling) வினையைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

$$Ar-N_2^+X^- + HAr \longrightarrow Ar-N=N-Ar' + HX$$

(Ar = அரைல் தொகுதி)

Ar'H = ஃபீனால், நாஃப்தால் (naphthol), அமீன் போன்ற இணையவல்ல சேர்மம் இணைத்தலின் போது இரு போட்டி வினைகள் நிகழ்கின்றன.

$$Ar-N_2^+X^- + HAr' \longrightarrow Ar-N=N-Ar' + HX$$

$$Ar-N^+H^- + HOH \longrightarrow Ar-OH + N_2 + HX$$

முதல் வினையில் அசோ சாயம் கிடைக்கிறது. இரண்டாவது வினையில் அசோ சாயம் கிடைப்பதில்லை. தகுந்த வினைச் சூழலில் முதல் வினை நிகழும். இரண்டாவது வினை நிகழாது. எனவே அத்தகைய சூழலைத் தேர்ந்தெடுத்து இணைத்தல் வினையை நிகழ்த்த வேண்டும்.

டையசோ ஏற்றத்தில் கீழ்க்கண்ட பொதுவிதிகளைக் கருத்தில் கொள்ளலாம்.

(அ) அமீன்களை விட ஃபீனால்கள் எளிதில் இணையும். பென்சீன் சேர்மங்களை விட நாஃப்தலீன் (napthalene) சேர்மங்கள் விரைவாக வினைபுரியும்.

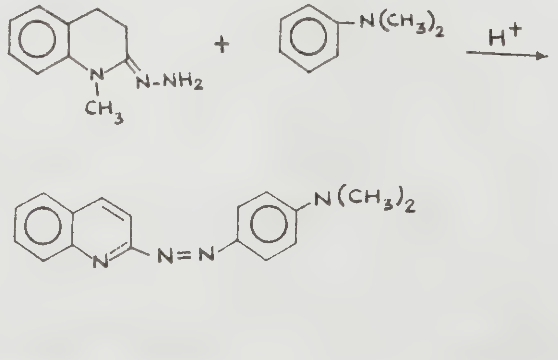
(ஆ) நைட்ரோ (nitro), சல்ஃபேட் (sulphate), கார்பாக்சில் (carboxyl) போன்ற எதிர்மின் தொகுதிகள் இணைப்புச் சேர்மங்களில் இருப்பின், இவை இணைத்தல் வினையைத் தளரச் செய்யும்.

(இ) அல்க்கைல் அல்லது அல்காக்சி தொகுதிகள் அமீன் சேர்மத்தில் ஆர்தோ (ortho) அல்லது பாரா (para) இடத்தில் இருப்பின், இவை இணைத்தல் வினையை மேம்படுத்தும்.

பல இன வளைய சேர்மங்களை (heterocyclic compounds) அடிப்படையாகக் கொண்டு முன்பு கூறப்பட்ட பொதுமுறையைப் பயன்படுத்தி அசோ சாயங்களைத் தயாரிக்க இயலாது. ஏனெனில் இச்சேர்மங்களிலிருந்து நிலைப்புத் தன்மை பொருந்திய டைஅசோ உப்புகளைத் தயாரிக்க முடியாது. இத்தகைய சேர்மங்களிலிருந்து ஆக்சிஜனேற்ற இணைப்பு (oxidative coupling) முறையைப் பின்பற்றி அசோ சாயங்களைத் தயாரிக்கலாம். இம்முறையின் வாயிலாக எண்ணற்ற அசோ சாயங்களைப் பலஇன வளையச் சேர்மங்களிலிருந்து தயாரிக்க முடிந்தது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

எடுத்துக்காட்டு

பொட்டாசியம் ஃபெர்ரிசயனைடு (potassium ferricyanide) என்ற ஆக்சிஜனேற்றியின் முன்னிலையில்



N— மெதில்கார்போஸ்டைரைல் ஹைட்ரசோன் (N—methylcarbostyryl hydrazone) டைமெதில் அனிலீனோடு வினையுற்று அசோ சாயத்தைத் தரும்.

அசோ சாயங்களின் பயன்கள் பல. இவை அசோ சாயங்களின் வேதி அமைப்பையும், அவற்றைப் பயன் படுத்தும் முறைகளையும் பொறுத்து அமையும். இச் சாயங்களைக் கொண்டு, பட்டு, கம்பளி, தோல், பருத்தி, காகிதம் மேலும் செயற்கை இழைகளான பல்அமைடு (polyamide), பல்எஸ்டர் (polyester), பல் அக்ரிலிக் (polyacrylic) போன்றவற்றிற்குச் சாயமேற்ற முடியும். இவைகளைத் தவிர பெயிண்டுகள், வார்னிசு, பிளாஸ்டிக்குகள், அச்சடிக்கும் மை, ரப்பர், உணவுப் பொருள்கள், மருந்துகள், அழகு சாதனப் பொருள்கள் போன்றவையும் அசோ சாயப் பொருள்களால் வண்ணமேற்றப்படுகின்றன. வண்ணப் புகைப்படத் துறையிலும் அசோ சாயங்களின் பங்கு குறிப்பிடத் தக்கது.

அசோ சாயங்களைப் பொதுவாக இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

1. அமில அசோ சாயங்கள்: இவ்வகையில் ஃபீனாலிக் (phenolic), கார்பாக்சில் (carboxyl), சல்ஃபானிக் (sulphonic) போன்ற அமிலத் தொகுதிகள் காணப்படுகின்றன.

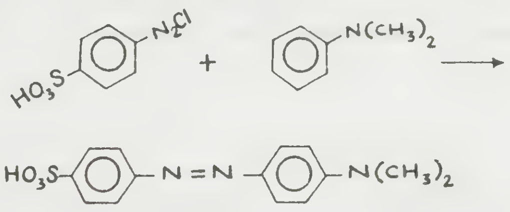
2. கார அசோசச் சாயங்கள்; காரத்தொகுதிகளான அமினோ, அல்க்கைல் அமினோ தொகுதிகள் இவ்வகைச் சாயங்களில் காணலாம்.

சில சாயங்களில் ஒரே சேர்மத்தில் காரத் தொகுதியும், அமிலத் தொகுதியும் ஒருங்கே அமையும். இச் சேர்மங்களில் இவ்விரு தொகுதிகளின் எண்ணிக்கையையும், அவற்றின் செறிவையும் பொறுத்து அமில வகை அல்லது கார வகையில் வகைப்படுத்தலாம். இவ்விரு வகைகளையும் தவிர, அசோ சாயங்களை நேர் சாயம் (direct dyes), படிந்த சாயம் (ingrain dyes), நிறம் நிறுத்தும் சாயம் (mordant dyes) என்று பலவகைப்படுத்தலாம்.

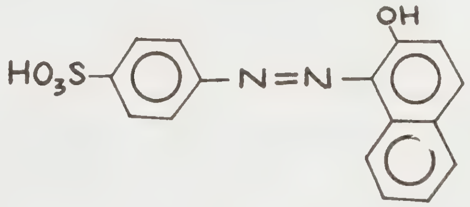
அமில அசோ சாயங்கள்

இவ்வமில அசோ சாயங்களில் கார சாயங்களை விட எண்ணிக்கையில் மிகுந்த, ஒன்று, இரண்டு அல்லது மூன்று அசோ தொகுதிகள் உள்ளன. இச்சாயங்களில் தென்படும் ஃபீனாலிக், சல்ஃபானிக், டைகார்பாக்சில் அமிலத் தொகுதிகள், எளிதில் உப்பைத் தரும் தன்மையினால் இச்சாயங்களுக்கு நீரில் கரையும் தன்மையைக் கொடுக்கின்றன. மேலும் இத்தொகுதிகள் இழைகளோடு வினையுற்றுச் சாயமேற்ற வழி கோலுகின்றன.

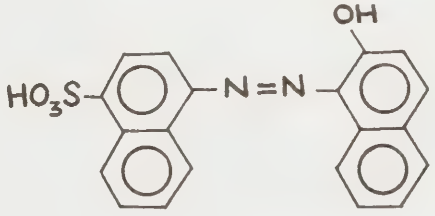
ஆய்வுக்கூடங்களில் காட்டியாகப் (indicator) பயன் படுத்தப்படும் மெதில் ஆரஞ்சு (methyl orange) என்ற சாயம் இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும். சல்ஃபானிலிக் அமிலத்தை (sulphanilic acid) டைஅசோ ஆக்கம் செய்து, அதோடு டைமெதில் அனிலீனை இணைக்கும் போது இச்சாயம் கிடைக்கிறது.



இச்சாயம் கெட்டியாக இராது. எனவே துணிகளுக்குச் சாயமேற்ற இது பயனற்றது. மேலும் சில அமில அசோ சாயங்கள் எடுத்துக் காட்டாகத் தரப் பட்டுள்ளன. சல்ஃபானிலிக் அமிலத்தை (sulphanilic acid) டைநைட்ரஜன் ஏற்றம் செய்து, பின்னர் β-நாப்தாலோடு (β-naphthol) இணைக்கும்போது ஆரஞ்சு II (Orange II) என்ற சாயம் கிடைக்கும். இதன் அமைப்பு:

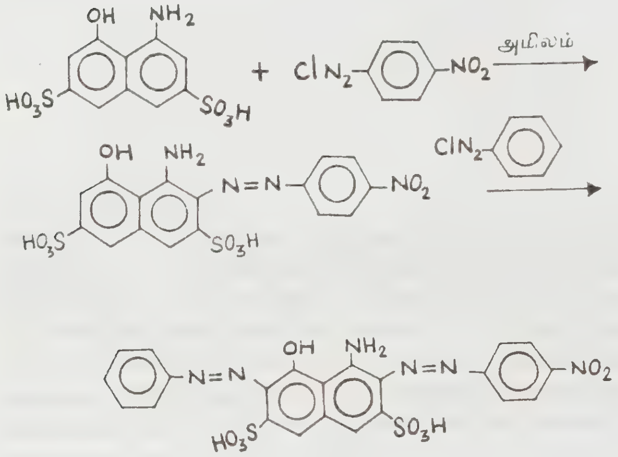


டைநைட்ரஜன் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட நாஃப் தயோனிக் அமிலம் (naphthionic acid) β-நாஃப்தாலோடு இணைந்து கெட்டிச்சிவப்பு A (Strong Red A) என்ற சாயத்தைத் தரும்.



நைட்ரோ அனிலீன் டைஅசோ ஆக்கம் செய்யப் பட்டு, சாலிசைலிக் அமிலத்தோடு (salicylic acid) இணைந்து குரோம் மஞ்சள் (Chrome Yellow) என்ற சாயத்தைக் கொடுக்கும்.

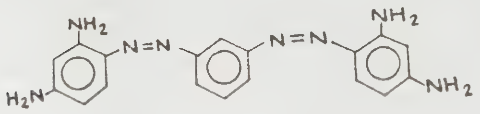
நாஃப்தால் கருநீலம் (Naphthol Bule Black) என்ற கருப்புச் சாயம், மிகுதியாகப் பயனில் உள்ள, கருப்புச் சாயங்களில் ஒன்றாகும். இதனைப்பெற முதலில் நைட்ரோஅனிலீனை டையசோ ஆக்கம் செய்து, அமிலச் சூழலில் H-அமிலத்தோடு இணைத்து, பின்னர் இதிலிருந்து வரும் வினைப்பொருளைக் காரக் கரைசலில், டைஅசோ ஆக்கம் செய்யப்பட்ட அனிலீன் மூலக்கூறு ஒன்றோடு இணைக்க வேண்டும்.



நா.ஃப்தால் கருநீலம் B

கார அசோ சாயங்கள்

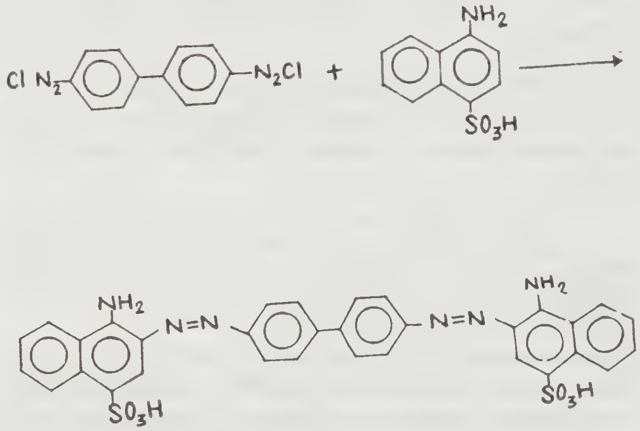
இவ்வகைச் சாயங்களில் $-NH_2$ அல்லது $-NR_2$ தொகுதிகள் நிறம் பெருக்கிகளாக (auxochromes) உள்ளன. இச்சேர்மங்கள் அமிலச் சாயங்களைப் போல் சிறப்பு வாய்ந்தனவல்ல. அனிலீன் மூலக்கூறு ஒன்றை டைஅசோ ஆக்கம் செய்து அனிலீன் மூலக்கூறு ஒன்றோடு இணைக்கும்போது கிடைக்கும் அனிலீன் மஞ்சள் (Aniline Yellow) சாயமும், டைஅசோ ஆக்கம் செய்யப்பட்ட அனிலீன் மூலக்கூறோடு, டைமெதில் அனிலீனை இணைக்கும்போது வரும் வெண்ணெய் மஞ்சள் (Butter yellow) சாயமும் இவ்வகைச் சாயங்கள் ஆகும். இவ்விரு சாயங்களும் அமிலத்தால் எளிதில் தாக்கப்படுவதால், இவை இரண்டும் பயனற்றுப் போய்விட்டன.



பிஸ்மார்க் பழுப்பு (Bismark Brown) என்ற சாயம் சாயங்களில் தலைசிறந்தது. m-ஃபீனைலின்டைஅமின் (m-phenylenediamine) என்ற சேர்மத்தை டைஅசோ ஆக்கம் செய்து பின்னர் இரண்டு மூலக்கூறுகள் m- ஃபினலீன்டைஅமினை இணைக்கும்போது பிஸ்மார்க் பழுப்பு கிடைக்கும்.

நேர் அசோ சாயங்கள் (Direct Azo Dyes)

காங்கோ சிவப்பு (Congo Red): இரண்டு அசோ தொகுதிகளை உடைய இச்சாயம், பென்சிடின் (benzidine) என்ற சேர்மத்திலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. பென்சிடின் டெட்ராஅசோஆக்கம் (tetrazotisation) செய்து இதனை **1-அமினோநாஃப்தலீன்-4-சல்ஃபோனிக்** அமிலத்தின் இரண்டு மூலக்கூறுகளோடு இணைக்கும் போது, காங்கோ சிவப்பு கிட்டுகிறது.



காரக்கரைசலில், இச்சாயம் சிவப்பாக இருக்கும். இதன் சோடியம் உப்பு பருத்தி ஆடைகளுக்குச் சிவப்பு நிறத்தைத் தானாகக் கொடுத்துவிடும். இச்சாயத்தை அமிலங்கள் தாக்கி, அதன் நிறத்தைச் சிவப்பிலிருந்து நீலமாக மாற்றும்.

நிறம் நிறுத்தும் சாயங்கள் (Mordant Dyes)

பொதுவாகப் பட்டு, கம்பளி நூல்களுக்கு நிறமேற்ற நிறம் நிறுத்திகள் தேவையில்லை. பருத்தி இழைகளுக்குச் சாயமேற்ற இவை தேவை. அலுமினியம், வெள்ளீயம், இரும்பு, குரோமியம் சேர்மங்கள் பொதுவான நிறம் நிறுத்திகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டாலும், அமில அசோ சாயங்களை ஏற்றுவதற்குக் குரோமிய சேர்மங்களே உகந்தவையாகும். இவ்வுலோகத்தைச் சாயமேற்றுவதற்கு முன்னரோ அல்லது பின்னரோ நூலிழையோடு கலக்கலாம்.

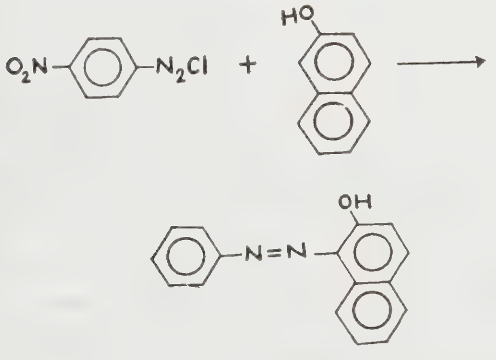
டைமண்ட் கருப்பு F (Diamond Black F) எனப்படும் சாயம் தொடக்க காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சாயங்களில் ஒன்றாகும். இதனைப்பெற 5-அமினோசாலிசைலிக் அமிலத்தை (5-aminosalicylic acid) டைஅசோ ஆக்கம் செய்து, 1-நாஃப்தைல் அமினோடு இணைத்து இவ்விளைபொருளை டைஅசோ ஆக்கம் செய்து 1-நாஃப்தால்-4 அல்லது 5-சல்ஃபானிக் அமிலத்தோடு இணைக்க வேண்டும்.

நூல் இழைக்கு முதலில் நிறம் ஏற்றாமல், அசோ சாயமேற்றிய பின்னர் நிறம் ஊன்றச் செய்யலாம். பிறகு சாயமேற்றிய நூலை ஒடுக்கி சோடியம் டைக்ரோமேட் கரைசலில் கொதிக்க வைத்தல் வேண்டும்.

படிந்த சாயம் (Ingrain Dye)

கரையாத தன்மை கொண்ட இவ்வகை அசோ சாயங்களை அசோயிக் சாயங்கள் (azoic dyes) எனவும் குறிப்பிடலாம். மற்ற வகைச் சாயங்கள் போலன்றி இவ்வகையில் வண்ணம் நூலிழையில் உருவாக்கப்படுகிறது.

முதலில் இழையை, துருக்கி-சிவப்பு எண்ணெய் (Turkey Red Oil) கலந்த 2-நாஃப்தால் காரக் கரைசலில் நன்கு நனைத்து எடுத்து உலர விட வேண்டும். பிறகு இதனை மிகவும் தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள டைஅசோ ஆக்கம் செய்யப்பட்ட நைட்ரோஅனிலீன் கரைசலில் தோய்க்கும்போது பாரா சிவப்பு (Para Red) எனப்படும் அசோ சாயம் படிகிறது.



பாரா சிவப்பு

டைஅசோ ஆக்கம் செய்யத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் அமீனின் தன்மைக்கேற்பத் தோன்றும் அசோ சாயங்களின் வண்ணத்தை வெளிர் சிவப்பிலிருந்து நீல நிறம் வரை பெற முடியும். (காண்க: டைஅசோ ஆக்கம்).

ஆர். நடே.

நூலோதி

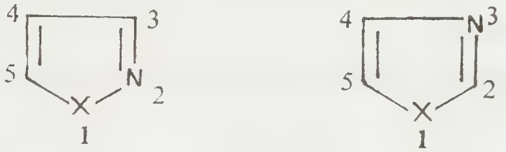
1. **Mc Graw-Hill** *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, 1983.

2. **Hawely, Gessner G.**, *The Condensed Chemical Dictionary*, Tenth Edn., Galgotia Book Source Publishers, New Delhi, 1984.

3. **Finar I.L.**, *Organic Chemistry*, Vol I, Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

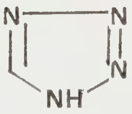
அசோல்

கார்பன் அணுக்களையும் N-பல இன வளையங்களையும் இரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகளையும் (double bond) கொண்ட ஐந்து உறுப்பு பலஇன வளைய சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடும்போது அவற்றின் பின்னே இணைக்கப்படும் பின்னொட்டு (suffix) அசோல் (azole) என்று வழங்கப்படுகிறது. மிகவும் தெரிந்த சில அசோல்கள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

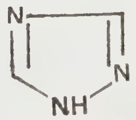


NH	பைரசோல் (Pyrazole) அல்லது 1,2-டைஅசோல் (1,2 Diazole)	இமிடசோல் (Imidazole), கிளையாக்சலின் (Glyoxaline) அல்லது 1,3-டையசோல்
O	அய்சோக்சசோல் (Isoxazole) அல்லது 1,2 ஆக்சசோல் (1, 2 oxazole)	ஆக்சசோல் (Oxazole) அல்லது 1,3 ஆக்சசோல்
S	அய்சோதையசோல் (Isothiazole) அல்லது 1, 2 தையசோல் (1,2-Thiazole)	தையசோல் (Thiazole) அல்லது 1,3 தையசோல் (1,3-Thiazole)

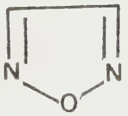
மேலும் சில அசோல்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



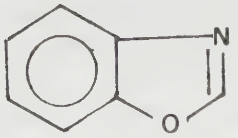
டெட்ரசோல் (Tetrazole)



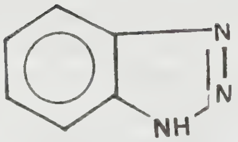
1,2,4-டிரையசோல் (1,2,4-Triazole)



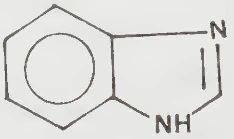
1,2,5-ஆக்சோடையசோல் (1,2,5-Oxadiazole) அல்லது ஃபியுரசான் (Furazan)



பென்சோக்சசோல்
(Benzoxazole)



பென்சோடிரையசோல்
(Benzotriazole)



பென்சிமிடசோல்
(Benzimidazole)

(காண்க: பலஇனச் சேர்மங்கள்; இமிடோசோல்; ஆக்ச சோல்; பைரசோல்; தையசோல்)

நூலோதி

Mc Graw-Hill *Encyclopaedia Chemistry*, Fifth Edition, 1983.

அசோவ் கடல்

இக்கடல் கருங்கடலின் தெற்கே கர்ச்நீர்ச் சந்தி (Karch strait) வழியாக இணைக்கப்பட்டு, சோவியத் நாட்டிற்குள் நீண்டு பரவியுள்ளது. இதன் பரப்பு சுமார் 32,260 சதுர கி.மீ. சராசரி ஆழம் 8 மீ. உச்ச ஆழம் 15.3 மீ. டான் (Don) கூபன் (Kuban) ஆகிய பெரிய ஆறுகளும், மையஸ் (Mius), பெர்டா (Berda), யெயா (Yeya) ஆகிய நதிகளும் இக்கடலில் கலக்கின்றன. இவ்வாறுகளின் மூலம் வரும் வண்டல்கள் அசோவ் கடலடியில் படிவதால் அதன் ஆழம் குறைந்து வருகிறது. சிவாஷ் அல்லது பூட்ரிட் கடல் (Sivash or Putrid Sea) அரபட் எனும் நீண்ட குறுகிய மணல் திட்டால் (Tongue of Arabat) அசோவ் கடலிலிருந்து மேற்கே பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வடகிழக்குப் பகுதியில் டாகன்ரோக் வளைகுடாவும் (Gulf of Taganrog) மேலும் பல சிறிய விரிகுடாக்களும் அமைந்துள்ளன. இக்கடலினுள் நன்னீர் பெருமளவு கொண்டு வரப்படுவதால், அதன் உவர்ப்பியம் தெற்கே 11‰ ஆகவும், மற்ற வெளிப் பகுதிகளில் 9‰–10‰ ஆகவும், உட்பகுதிகளில் 2–4‰ ஆகவும் உள்ளது. சிவாஷ் கடலில் நீராவியாதல் நிகழ்ச்சி அதிகமாக உள்ளதாலும் இக்கடல் நீர் அசோவ் கடலுடன் டொன்கி (Tonky strait) எனப்படும் குறுகிய நீர்ச்சந்தி வழியாகத் தொடர்புடையதாலும் அசோவ் கடலில் உவர்ப்பியம் மிக அதிகமாகவுள்ளது.

இங்கு கோடை காலத்தில் மட்டும் கப்பல் போக்குவரத்து நடைபெறுகிறது. நவம்பர் முதல் பிப்ரவரி வரை பனி உறைந்து காணப்படுகிறது. இக்கடலின் நீரோட்டம் இடஞ்சுழியாக, நொடிக்கு 25-30 செ.மீ. வேகத்தில் ஓடுகிறது. இங்குள்ள ஓத அகல்வு சில சமயங்களில் 11.2 மீ. உள்ளது.

அசோவ் கடலின் ஆழம் குறைந்துள்ளதால் ஏற்படும் நீர்ச் சலனங்களினாலும் அதிக ஊட்டச் சத்துக்களினாலும் இக்கடலில் உயிரினங்கள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. இங்கு காணப்படும் ஸ்டெர்ஜன், பெர்ச், ஹெர்ரிங், மடவை, மின்னோ (Minnow) போன்ற சுமார் 79 மீனினங்களில் நெத்திலியும், மத்தியும் (Sardine) முக்கியமானவை. இங்கு வருடத்துக்கு சுமார் 1,50,000 டன் மீன்கள் பிடிக்கப்படுகின்றன.

இதில் நான்கு துறைமுகங்கள் முக்கியமானவை. பெர்டியான்ஸ்க் (Berdyansk) துறைமுகம் பாறை எண்ணெய் (பெட்ரோலியம்) சுத்திகரிப்பு மையமாகவும், போக்குவரத்துச் சாதனங்களை உற்பத்தி செய்யும் இடமாகவும் விளங்குகிறது. ஸ்டநோவில் (Zhdanov) இரும்பு, எஃகு, கன வேதிப் பொருள்கள், மீன் தொழிற்சாலைகளுக்குத் தேவையனே சர்கோனியம் ஆகியவை பெருமளவு உற்பத்தியாகின்றன. டாகன்ரோக் (Taganrog) துறைமுகமாகவும் இருப்புப்பாதை முடியும் இடமாகவும் உள்ளது. யெய்ஸ்க் (Yeysk) அசோவ் கடலின் கீழக்கரையில் அமைந்துள்ள ஒரே ஒரு துறைமுகம்.

அட்ச.:.பலேயா விரிகுடா

இவ்விரிகுடா மெக்சிகோ வளைகுடாவின் ஒரு பகுதி. இது லூயிசியானா மாவட்டத்தின் தென் கடற்கரையில் தென்கிழக்காக, செவ்ரூல் முனைக்கும் ஆஃபர் முனைக்கும் இடையில் 34 கி.மீ. தூரம் பரவியுள்ளது. இவ் விரிகுடா 10 மீட்டர் அகலமுடையது. ஆஃபர் முனைக்கு வடகிழக்கில் 8 கி.மீ நீளம் முருகைப் பாறை விரிந்து கிடக்கிறது. இவ்விரிகுடாவையும் மார்கன் நகரத்தையும் அட்சஃபலே ஆறு இணைக்கிறது. இவ் விரிகுடாவில் உள்ள முருகைப் பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கும் ஆளிகளின் சிப்பிகளிலிருந்து சுண்ணாம்பு, சிமிண்டு போன்ற பொருள்கள் தயாரிக்கின்றனர். இயற்கை வளிமமும் எண்ணெய்க் கிணறுகளும் பல இவ் விரிகுடாவில் உள்ளன.

அட்டபிரின்

இது ஒரு மலேரியா எதிர்ப்பு மருந்தாகும் (anti-malarial). அட்டபிரின் (atebrin), மெப்பாக்ரைன் (mepacrine) என்றும், குய்னாகிரென் (quinacrine) என்றும், வழங்கப்படுகிறது. இது மலேரியா எதிர்ப்புச் சக்தியில் குயினினை (quinine) விடச் சிறந்ததாகக்

கருதப்படுகிறது. இதை அதிகமாகச் சாப்பிட்டால் தோலை மஞ்சளாக மாற்றும் தன்மையுடையது. இதனைக் கீழ்க்கண்டவாறு தயாரிக்கலாம்.

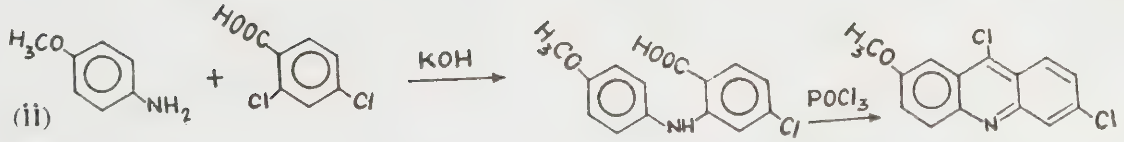
(i) $$[CH_3.CO.CH.CO_2.C_2H_5]^-Na^+ + Cl.CH_2.CH_2N.(C_2H_5)_2 \longrightarrow$$

$$CH_3.CO.\underset{}{\overset{COOC_2H_5}{\overset{|}{C}H}}.CH_2.CH_2N.(C_2H_5)_2 \xrightarrow[\text{நீராற் பகுப்பு}]{\text{கீட்டோனிக்}}$$

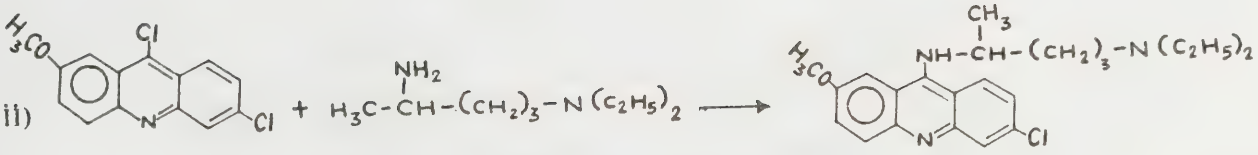
$$CH_3.CO.(CH_2)_3.N(C_2H_5)_2 \xrightarrow[H_2/\text{ ரானே } Ni]{NH_3}$$

$$CH_3.\overset{NH_2}{\overset{|}{C}H}.(CH_2)_3.\ N(C_2H_5)_2$$

(ii)



(iii)



நூலோதி

Finar I. L., *Organic Chemistry*, Vol II, Fifth Edition, ELBS, London, 1975.

அட்டர்பர்க் வரம்புகள்

களிமண்ணின் திண்மைப் பண்புகள் நீர்ம வரம்பு, குழைம வரம்பு, சுருக்க வரம்பு ஆகியனவாம். 1911-ஆம் ஆண்டு சுவீடன் நாட்டு அறிவியலறிஞர் அட்டர்பர்க் பற்றுடை மண்ணோடு (Cohesive soils) தண்ணீர் கலப்பதால் ஏற்படும் விசையியல் பண்புகளை ஆராய்ந்து கண்டு வெளியிட்டதால் இவ்வளவீடுகள் அவர் பெயரால் வழங்குகின்றன. மண்ணில் கலந்துள்ள நீரின் எடையை, உலர் மண்ணின் எடையில் நூற்று வீதமாகக் கூறுவது ஈரப்பதம் ஆகும். அட்டர்பர்க் வரம்புகள் ஈரப்பதத்தின் அளவீடுகளாகும்.

உலர்ந்த களிமண் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டாத துகள்களாக இருக்கும். சிறிதளவு நீர் கலந்த நிலையில், திண்ம நிலையிலிருந்து குழைம நிலைக்கு வரும். மேலும் நீர் சேரச் சேர நீர்ம நிலைக்கு வந்துவிடும். உலர்ந்த களிமண்ணில் நீர் சேரும்போது, துகள்களிடையே பற்றுநிலை தோன்றுகிறது. மணல் போன்ற பருப்பரல் மண் வகையில் பற்று ஏற்படுவதில்லை. குழைம நிலையில், களிமண் பிடித்து வைத்த வடிவில் நிற்கும்; கலையாது; உலர்ந்த பின்னரும் வடிவம் மாறாது. திட நிலையிலிருந்து, குழைம நிலை, நீர்ம நிலை வரும்போது, களிமண்ணின் செதுக்க வலிமை (Shear strength) குறைந்து கொண்டே வந்து இறுதியில் இல்லாமலேயே போய்விடுகிறது.

1. **குழைமை** : மீள் நிலைக்கு அப்பால், வெடிப்பில்லாமலும் கணிசமான பருமமாற்றமில்லாமலும் உரு மாற அனுமதிக்கும் பண்பு.

2. **நீர்ம வரம்பு** : மண்ணின், நீர்மநிலையையும், குழைம நிலையையும் பிரிக்கும் ஈரப்பதம்.

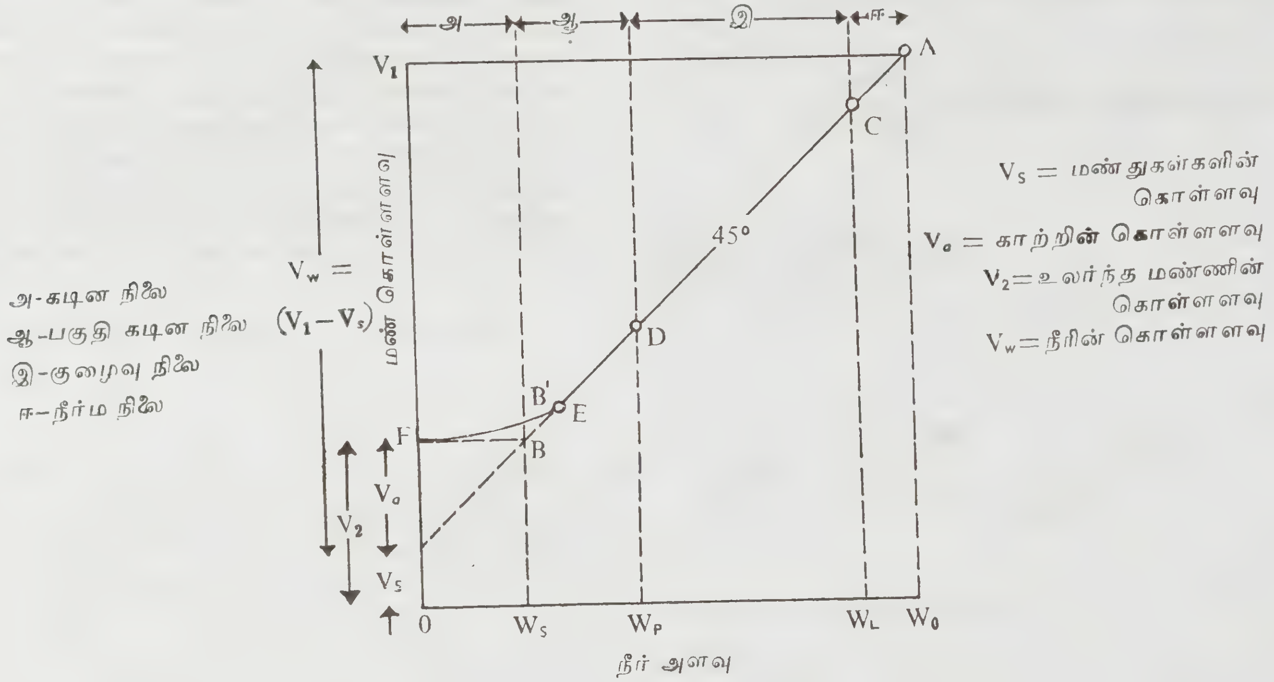
3. **குழைம வரம்பு** : மண்ணின் குழைமை நிலையையும், அரைத் திண்ம நிலையையும் பிரிக்கும் ஈரப்பதம்.

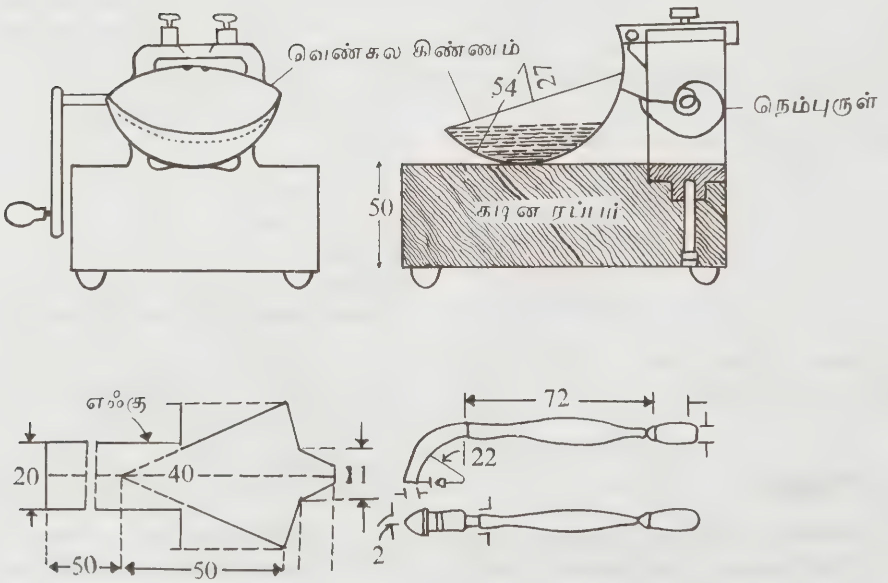
5. **சுருக்க வரம்பு** : மண் உலர்ந்து வரும்போது, மேலும் எந்த அளவு ஈரம் குறைந்தாலும் மண்ணின் பருமன் குறையாத நிலையைச் சுட்டும் ஈரப்பதம்.

5. **குழைமநிலை :** மண் குழைமப் பண்புகளைக் காட்டுகிற ஈரப்பத இடைவெளி, நீர்ம நிலைக்கும், குழைம நிலைக்கும் இடைப்பட்ட ஈரப்பதங்கள்.

6. **குழைமக் குறியெண்** : குழைம வரம்பிற்கும், நீர்ம வரம்பிற்கும் உள்ள எண்ணளவான வேறுபாடு.

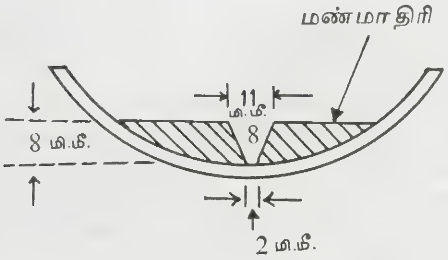
நீர்ம வரம்பு காணல் : இந்தியச் செந்தரச் சுவடி எண் *9259-1959* நீர்ம வரம்பு காணப் பயன்படுத்தும் கருவியின் இலக்கணங்களைத் தருகிறது. அமெரிக்க அறிஞர் காசகிரண்டே திருத்தி அமைத்தபடி இக்கருவி உலகம் முழுவதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் முக்கிய பகுதி ஒரு வெண்கலக் கிண்ணம். கிண்ணத்தின் கைப்பிடியைச் சுற்றும்போது அது ஒரு செ. மீ. உயர்ந்து, தானாக, அதன் ரப்பர் அடிமனையில் விழும். மற்றும் ஈரமண்ணில் 2 மி.மீ. அடியகலமும் 11 மி.மீ. மேலகலமும் சரிவகப் பள்ளம் உண்டாக்கும் சுரண்டி உண்டு. (படம்-1)





படம் 1. காசகிரண்டே நீர்ம வரம்புக் கருவி

425 மைக்ரோ மீட்டர் சல்லடையில் சலித்த மண்ணையும், வாலைவடி நீரையும் குறிப்பிட்ட அளவில் சீராகக் கலந்து கிண்ணத்தில் சுமார் 12 மி.மீ. உயரம் இட்டுச் சமன்செய்துகொள்ளவேண்டும். சுரண்டியால் மையத்தில் பள்ளம் செய்யவேண்டும். கைப்பிடியை நொடிக்கு இரண்டுமுறை சுழற்றுவதன் மூலம் கிண்ணத்தைத் தொடர்ந்து உயர்ந்து விழச் செய்யவேண்டும். இவ்வாறு 25 தடவை விழும்போது பள்ளம் கூடிக்கொள்ளக்கூடிய ஈரப்பதமே நீர்மவரம்பு ஆகும்.



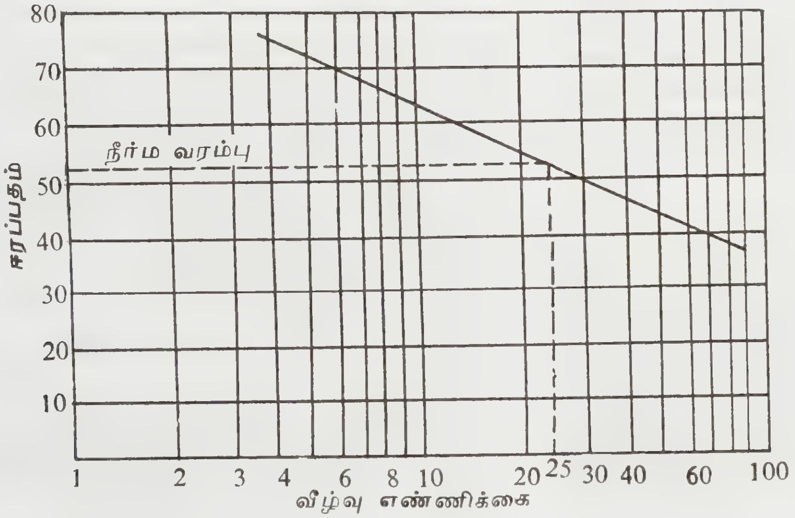
படம் 2 மண் மாதிரி

இதைக் கண்டுபிடிக்க மூன்று அல்லது நான்கு முறை மேற்கண்ட சோதனையைத் திரும்பச் செய்யவேண்டும். பள்ளம் கூடுவதற்குத் தேவையான, வீழ்ச்சி எண்ணிக்கையைக் கண்டுபிடித்த பின்னர் அந்த ஈரமண்ணைச் சிறிதளவு எடுத்து அடுப்பில் ஒரு நாள் உலர வைத்து ஈரப்பதம் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். வீழ்ச்சி எண்ணிக்கை முதல் முயற்சியிலேயே சரியாக 25 வரல் அரிது. எனவே, மண்ணின் ஈரப்பதத்தைத் தக்கவாறு மாறுபாடுகள் செய்து இத்தகைய சோதனைகள் சிலவற்றைச் செய்து ஒவ்வொரு சோதனையிலும் வீழ்ச்சி எண்ணிக்கையையும் ஈரப்பதத்தையும் அறியலாம். X-அச்சில் வீழ்ச்சி எண்ணிக்கையை மடக்கை (Log) வரைவிலும், Y-அச்சில் ஈரப்பதத்தை நேரடியாகவும் குறித்து வரைய வேண்டும். இவ்வாறு கிடைத்த கோடு ஓட்ட வளைவு (Flow Curve) எனப்படும். இதைப் பயன்படுத்தி வீழ்ச்சி எண்ணிக்கை 25-க்கு இணையான ஈரப்பதத்தை அறியலாம். இதுவே நீர்ம வரம்பு ஆகும். ஓட்ட வளைவின் சமன்பாடு $W = -I_f \log N + C$. இதில் W—ஈரப்பதம், I_f -ஓட்ட வளைவின் சரிவு, N-கிண்ணம் விழும் எண்ணிக்கை, C-மாறிலி (படம்-3).

கிண்ணம் விழுவதன் மூலம், கிண்ணத்திலுள்ள மண் காட்டும் செதுக்கத்தடை அளவிடப்படுகிறது. செதுக்கத்தடை அதிகமுள்ள ஈரப்பதத்தில், கிண்ணம் அதிக தடவை விழவேண்டும். குறைவான ஈரப்பதத்தில், அதிகமாக வீழ்வுகளும், கூடுதலான ஈரப்பதத்தில் குறைவான வீழ்வுகளும் தேவைப்படும். 25 தடவை கிண்ணம் விழும்போது பள்ளம் கூடும். மண்ணின் செதுக்கத்தடை ஒரு சதுர சென்ட்டி மீட்டருக்கு 27 கிராம் (27 g/cm^2) இருக்குமென்று கணித்துள்ளனர். குழைமப் பண்பு கொண்ட மண் வகைக்கு இது பொருந்தும்.

இந்தியச் செந்தரச் சுவடி எண் 2720 (பகுதி V)-1970 நீர்ம வரம்பையும் குழைம வரம்பையும் காணும் முறையை வரையறுத்துள்ளது. இதில் காசகிரண்டே கருவிச் சோதனைக்கு ஒரு புதிய சமன்பாடு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. $W_2 = W\,(N/20)^n$. இதில் W_2 = நீர்ம வரம்பு; N-ஈரமண்ணில் 12 மி.மீ. பள்ளம் கூடுவதற்கு ஒரு செ.மீ. உயரம் எழுந்து விழும் எண்ணிக்கை; W-அந்த மண்ணின் ஈரப்பதம்; n-ஒரு குறியீடு; N-20 முதல் 30 வரை இருந்தால் $n = 0.1$.

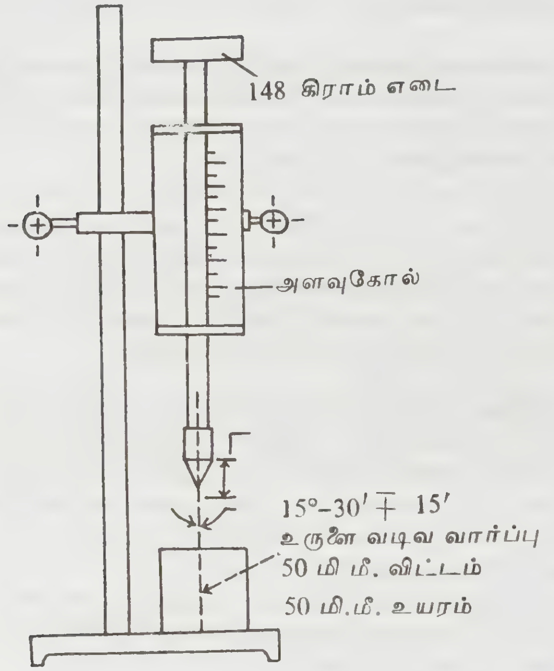
நீர்ம வரம்பு காண்பதற்கு நிலைக்கூம்பு உட்புகு சோதனை (இ.செ. 2720 பகுதி V)-1970-ம் செய்வதுண்டு. (படம்-4). கருவியின் கீழ் 5 செ.மீ. ஆழம் கொண்ட உருளையில் ஈரமண் வைக்கப்படுகிறது. நிலைக்கூம்பு 31° வெட்டுமுகமும் 148 கிராம் எடையும் கொண்டது. மண்ணின் மேல் வைக்கப்படும் இக்கூம்பு 30 நொடிகளில் இறங்கும் ஆழம் (Y மி.மீ.) கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. $W_L = W_Y + 0.01\,(25-Y)(W_Y + 15)$.



படம் 3.
நீர்ம வரம்பு காணல்

$$W = I_f \log N + C$$

இதில் W_L –நீர்ம வரம்பு; Y-ஊடுருவும் ஆழம்; W_Y ஈரப்பதம். இச்சோதனையில் ஊடுருவும் ஆழம் 20 முதல் 30 மி.மீ.க்குள் இருக்கவேண்டும்.



படம் 4. நிலைக்கூம்பு உட்புகு சோதனை

குழைம வரம்பு காணல்: 425 எண் சல்லடையில் சலித்த மண்ணோடு, அவ்வப்போது போதிய நீர் சேர்த்து நன்கு பிசைந்து கண்ணாடித் தட்டின் மேல் புரியாக உருட்ட வேண்டும். புரியின் விட்டம் 3 மி.மீ. ஆகத் திரளும்போது, புரியில் வெடிப்பு தோன்றுதல் அல்லது புரி நொறுங்குதல் அடையாளம் தெரிந்தால், அதுவே குழைம வரம்பு ஆகும். அப்போது மண்ணின் ஈரப்பதத்தை அறிந்து கொள்ள வேண்டும். புரியின் விட்டத்திற்கு அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருக்கும் போது வெடிப்பு அல்லது நொறுக்கம் தோன்றின், சரியாக 3 மி.மீ. விட்டப் புரியில் இந்நிலையை எய்தும் வரை ஈரப்பதத்தில் தக்க மாறுபாடுகள் செய்து, சோதனைகள் செய்ய வேண்டும்.

சுருக்கவரம்பு காணல்: 425 மைக்ரான் சல்லடையில் சலித்த மண்ணையே இச்சோதனைக்கும் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். முதலில் சுருக்க வரம்புத் தட்டின் எடையையும், பருமத்தையும் (V_1) பாதரசம் மூலம் நிர்ணயித்துக் கொள்ளவேண்டும். இக்களிமண்ணுடன் வேண்டிய அளவு நீர் சேர்த்து நன்றாகப் பிசைந்து, நீர்மத் திண்மை நிலை (Liquid Consistency)யில் வைத்துக்கொள்ளவேண்டும். சுருக்க வரம்புத் தட்டின் உள்பகுதிகளை எண்ணெய் அல்லது கிரீஸ் கொண்டு வழவழப்பு செய்து கொள்ள வேண்டும். பிசைந்து நீர்மத் திண்மை நிலையில் உள்ள களிமண்ணைச் சுருக்க வரம்புத் தகட்டில் $\frac{1}{4}$ அல்லது $\frac{1}{2}$ பகுதிக்கு நிரப்பவேண்டும். தகட்டை மெதுவாகத் தட்டி, நிரப்பின் மண் சமமடைய வும், உள் காற்று வெளிவரவும் ஆவன செய்தபிறகு, தகட்டின் மீதிப்பகுதிக்குப் பிசைந்த மண்ணை இட்டு நிரப்பவேண்டும். தகட்டை மெதுவாகத் தட்டி மேல் மட்டம் சமமாக இருப்பதற்குக்கண்ணாடித் தகட்டினால் வழித்துவிடுவதுடன், தகட்டின் வெளிப்பகுதிகளில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் களிமண்ணையும் சுத்தப்படுத்த வேண்டும்.

சுருக்க வரம்புத் தகட்டில் இட்ட களிமண்ணின் எடையைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும் (W_1). தகட்டில் உள்ள களிமண்ணை 24 மணித்துளிகள் காற்றில் உலர வைத்தால் தகட்டில் உள்ள களி மண்ணின் நிறம் இலேசாக மாறும். பின் அதை 24 மணித்துளிகளுக்குச் சிற்றுலையில் வைத்து உலர்த்தி, பின் காய்ந்த மண்ணின் எடையைக் கணித்துக்கொள்ள வேண்டும் (W). காய்ந்த மண்ணைப் பாதரசம் நிறைந்த கிண்ணத்தில் வைத்து அதில் மூழ்கச் செய் தால் அதனால் வழியும் பாதரசத்தின் எடையைக் கணித்து, அதன் மூலம் காய்ந்த மண்ணின் பருமனளவைக் கணக்கிடலாம் (V_2).

$$\text{சுருக்க வரம்பு } W = W_l - W - (V_1 - V_2)\,\gamma w$$

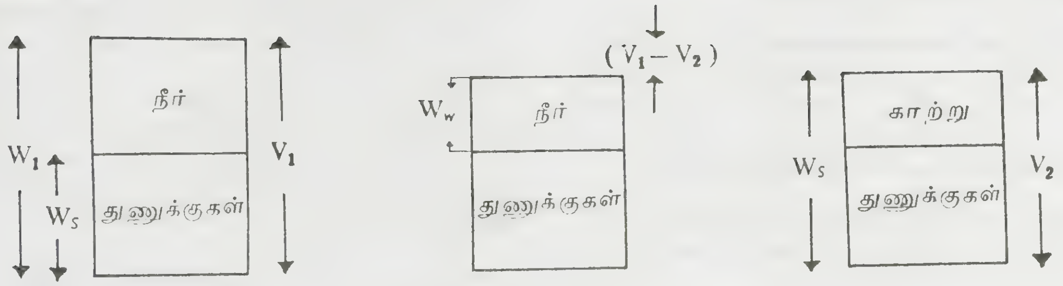
γ — அடர்த்தி எண். W – நீரின் அடர்த்தி.

அட்டர்பர்க் வரம்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள்

1. **களிமண் நொய்மத்தின்** அளவு (Clay Colloid Content)

கடைகால் மண்ணில் களிமண் நொய்மத்தின் (0.002 மி.மீ.-ம் அதற்குக் கீழும் அளவுள்ள களிமண் துகள்கள்) அளவு அதிகமாக இருந்தால் நீர்ம வரம்பும், குழைமக் குறியீடும் அதிகமாக இருக்கும் என அட்டர்பர்க் கண்டறிந்ததை, மண் பொறியியலின் அறிஞர் கார்ல் டெர்சாகி உறுதிப்படுத்தினார். மண்ணில் களிமண் நூற்றுக்கு 16-க்கும் குறைவாக இருந்தால் அம்மண் வகைகள் குழைவுப் பண்பற்றவை (Nonplastic soils) எனக் கூறப்படும்.

களிமண் தாது வகைகள் (Types of Clay Minerals). தகடுகளாக உள்ள களிமண் துணுக்குகள் அதிகம் கொண்ட களிமண் தாதுவான மாண்ட்மோரில்லோனைட் (Montmorillonite) மண்ணில் அதிகம் இருந்தால் நீர்ம வரம்பு அதிகமாகும். எரிமலைக் குழம்பிலிருந்து வரும் சாம்பல் மூலம் உண்டாகும் மண் வகைகளில் மாண்ட்மோரில்லோனைட் தாதுக்கள் அதிகம் உள்ளபடியால், இவ்வகை மண்ணின் நீர்ம வரம்பு நூற்றுக்கும் அதற்கு அதிகமாகவும் இருக்கும் சான்றாகப் பென்டனைட் (Bentonite) களிமண்ணில் கயலினைட் தாது



படம் 5. சுருக்க வரம்பு காணல்

அதிகம் இருந்தால் நீர்ம வரம்பு நூற்றுக்கு 45-க்கும் குறைவாக இருக்கும் என எதிர்பார்க்கலாம்.

கரிமப் பொருள் அளவு (Organic Matter Content). களிமண்ணுடன் கரிமப்பொருள் அதிகமாகச் சேர்ந்திருந்தால், நீர்ம வரம்பு குழைமக் குறியீடும் அதிகமாக இருக்கும். சிற்றுலையால் உலர்த்தப்படும் மண்வகைகளின் நீர்ம வரம்பு, காற்றினால் உலர்த்தப்படும் நீர்ம வரம்பில் 10 இல் 7 பாகம் இருந்தால், அக்களி மண்ணில் கரிமப்பொருள்கள் இருக்கின்றன எனக் கொள்ளலாம்.

களிமண்ணின் குழைவு நிலையளவை குழைமக் குறியீடு (PI) குறிக்கிறது. குழைவுக்கெழு அதிகமாக இருந்தால் களிமண் குழைவு அதிகமாக இருக்கும். கொழுத்த களிமண் இவ்வகையைச் சார்ந்தது. குழைமக் குறியீட்டின் மூலம் அட்டர்பர்க் களிமண்ணைப் பின் வருமாறு பாகுபடுத்தியுள்ளார்

குழைமக் குறியீடு (PI)	குழைமம் (Plasticity)
O	குழைமப் பண்பற்றது
< >	கொஞ்சம் குழைவு
<—1>	நடுத்தரவகைக் குழைவு
< 1>	அதிகக்குழைவு

அட்டர்பர்க் வரமபுகள் மறுவார்ப்பிட்ட (Remoulded) களிமண்ணைக் கொண்டு நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. நிலத்தில் உள்ள இயல்நிலைக் களிமண்ணின் திண்மை நிலையைக் குழைமக் குறியீடு மூலம் குறிப்பது சரியாகது. ஆகையால் நிலத்தில் உள்ள களிமண்ணின் திண்மையை நீர்மைக் குறியீடு (Liquidity Index) அல்லது நீர்க்குழைம விகிதம் (Water Plasticity Ratio) மூலம் கணிக்கலாம்.

நீர்மைக் குறியெண் (LI) =

$$\frac{\text{இயல்நிலை ஈரப்பதம் குழைம வரம்பு}}{\text{குழைமக் குறியீடு}}$$

$$= \frac{Wh - Wp}{PI}$$

திண்மை (Consistency)	நீர்மைக் குறியெண்
மிக உலர்ந்து கெட்டியான (Desiccated)	<0
மிக விறைத்த நிலை (Very stiff) W = W	0
மிக மென்மையான நிலை (Very Soft) W = W_L	1
நீர்மநிலை	>1

கடைகால் மண்ணின் நீர்மைக் குறியெண் 1 அல்லது அதற்கு மேற்பட்டு இருந்தால் கடைகால் அதிகமாகப் படியும் (Settlement) என அறியலாம்.

நீர்மக் குறியீடு எதிர்மறையில் இருந்தால் அக்களிமண், மழைக் காலங்களில் விரிவடைந்து உப்பும்; வறட்சிக் காலங்களில் சுருங்கும். இவ்வகை மண்வகைகளின் மேல் உள்ள அடிமானங்கள் உப்பி, சுருங்கும் இயக்கத்தைத் தாங்கும் வகையில் அமைய வேண்டும். சுண்ணாம்பு, உப்பு, சிமெண்ட், சோடியம் சிலிகேட் போன்ற வேதிப்பொருள்களை இவ்வகை மண்ணுடன் கலந்து குழைவுப் பண்பைக் குறைத்து மண்ணின் செதுக்கு வலிமையை உயர்த்தலாம். காண்க, ஈரப்பதம், மண்விசையியல்.

இரா.நா.

நூலோதி

1. **Taylor D.N.** *Fundamentals of Soil Mechanics,* Asiz Publishing House, New Delhi - 1966.
2. **Karol R.H.** *Engineering Properties of Soils* **Prentice stall Inc.** Eaglewood Cliffs, U.S.A. 1956.
3. **I. S.** 2720 (Part-V), *Determination of Liquid and Plastic Limits* I.S.I. New Delhi-1970.
4. **I.S.** 2720 (Part VI), *Determination of Shrinkage Factors* I.S.I. New Delhi-1972.

அட்டவணைப்படுத்தும் முறை

ஒரு சிக்கல் பற்றி ஆய்வு நடத்த, செய்திகளை அல்லது தொகுக்கப்பட்ட புள்ளி விவரங்களைச் சுருக்க மாகவும், தெளிவாகவும் அவற்றின் தன்மைக் கேற்றவாறு பாகுபடுத்தி, ஒப்பிட்டுப் பார்க்க அட்ட வணைப் படுத்தும் முறை இன்றியமையாததாகும்.

இது தன்னைத்தானே விளக்கி அனைத்து விவரங்கள் பற்றிய உட்கருத்தினை ஒரே பார்வையில் உணர்த்திட உதவும்.

ஓர் அட்டவணையை, விவரங்களைக் கட்டுக்கோப் பாகவும், தெளிவாகவும் எடுத்துக்கூறி, படிப்போர் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து உணரும் வகையில் அமைப்பது ''ஒரு தனிக்கலை'' என்கிறார் புள்ளியியல் அறிஞர் டிப்பெட் (Tippet).

விவரங்கள் ஒரு மாறி (Variable) அல்லது ஒரு பண்பு (attribute) அடிப்படையில் இருந்தால், ஒருவழி அல்லது எளியவழி அட்டவணையிலும், இருமாறிகள் (Bivariate) அல்லது இரண்டு பண்புகளைப் பற்றி இருந்தால் பல்வழி அல்லது சிக்கல் அட்டவணையிலும் அமைக்கலாம்.

1) அட்டவணை ஒவ்வொன்றுக்கும் பொருத்தமான, சிறிய, கருத்துச் செறிவுள்ள நிறைவான பொருளை உடைய தலைப்பும் துணைத் தலைப்புகளும் இருக்க வேண்டும்.

2) பத்திகளும் வரிசைகளும் செவ்வனே தயாரிக்கப் பட்டு ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வல்லவையாக இருத்தல் வேண் டும். மேலும் எளிதில் புரிந்து கொள்ளும் வண்ணம் இவற் றுக்கு வரிசை எண்கள் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

3) ஒப்பிடப்பட வேண்டிய விவரங்களை அடுத் தடுத்து நிரல்களில் கொடுக்க வேண்டும்.

4) செய்திகள் தொடர்ந்து நீண்டுவரும் விவரங் களானால் ஒவ்வோர் ஐந்து அல்லது பத்து வரிசை களுக்குப் பிறகு இடைவெளி விடுதல் அவசியம்.

5) தேவையான கிடைக்கோடுகளும் செங்குத்துக்கோடு களும் வரைந்து முக்கியமான புள்ளி விவரங்களுக்குச் சிறப்பிடம் தரல் வேண்டும். முக்கிய விவரங்கள், துணை விவரங்கள் ஆகியவற்றைப் பிரித்துக் காட்டக்கூடிய அளவில் அட்டவணைக் கோடுகள் தடித்தோ, மெலிந்தோ இருக்க வேண்டும்.

6) தேவைப்படும் இடங்களில் குறியிட்டு, அடிக்குறிப் புகளாக விளக்கம் தருதல் வேண்டும்.

7) பயன்படுத்தும் அலகுகளைத் தெளிவாகக் கொடுக்க வேண்டும்.

8) விவரங்கள் அதிகமாகவோ எண்ணற்ற பிரிவு களிலோ இருந்தால் அவற்றை இரண்டு அல்லது பல அட்டவணைகளில் அமைப்பது நல்லதாகும்.

9) அதிக முக்கியமில்லாத விவரங்களைத் தொகுத்துப் ''பிற விவரங்கள்'' (Miscellaneous) என்ற தலைப்பின் கீழ்க் கொடுத்தல் நன்று.

10) அட்டவணையிலிடும் பணிக்கெனப் புள்ளியியலை முதன்மைப் பாடமாக எடுத்துப் படித்தவரையும், சிறப்புத் தட்டெழுத்துப்பொறி அல்லது சிறப்பு அச்சு எழுத்துக்களைக் கொண்ட பொறியைப் பயன் படுத்துவது நல்லது.

காட்டாகச் சில அட்டவணைகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ள:

I. **ஒருவழிப் பகுப்பு அட்டவணை**
(பொருள்களின் அடிப்படையில்)

தானியங்கள்	உற்பத்தி (குவிண்டாலில்)
அரிசி	600
கோதுமை	500
சோளம்	300
கம்பு	250
கேழ்வரகு	150
பார்லி	125
தினை	75
மொத்தம்	2000

1) ஒப்பிட்டு நோக்கல் (மாறி வகுப்பு அடிப்படையில்)

மதிப்பெண்களின் இடைவெளி	மாணவர்களின் எண்ணிக்கை	
	வகுப்பு 'அ'	வகுப்பு 'ஆ'
0— 9	1	1
10—19	3	2
20—29	4	2
30—39	32	20
40—49	20	25
மொத்தம்	60	50

2) ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல் — காலம், மாணவ மாணவி, அடிப்படையில் பள்ளி இறுதி வகுப்பில் தேறிய மாணவ மாணவிகளின் விழுக்காடு :

ஆண்டுகள்	மாணவர்கள்	மாணவிகள்
1960	53	60
1961	55	64
.	.	.
.	.	.
.	.	.
1980	54	66
மொத்தம்	...	...

3) இடம் : ஏற்றுமதி இறக்குமதி அடிப்படையில் மாதிரி அட்டவணை

நாடுகள்	ஏற்றுமதி	இறக்குமதி
மொத்தம்		

4) பண்பு அடிப்படையில் மாதிரி அட்டவணை

மாவட்டம்	கல்வி அறிவு		மொத்தம்
	எழுதப்படிக்கத் தெரிந்தவரின் எண்ணிக்கை	எழுதப்படிக்கத் தெரியாதவரின் எண்ணிக்கை	
மொத்தம்			

5) நிகழ்வெண் அல்லது அலைவெண் அட்டவணை

அ) ஒரு புத்தகத்தில் 25 பக்கங்களிலுள்ள அச்சுப் பிழைகளின் எண்ணிக்கை கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

4	1	2	0	1
2	3	5	1	0
2	4	0	1	3
1	0	3	2	1
0	1	3	2	5

இவற்றை அலைவெண் அட்டவணையில் கீழ்க்கண்ட வாறு அமைக்கலாம்:

அச்சுப் பிழைகளின் எண்ணிக்கை	குறியீடுகள்	பக்கங்களின் எண்ணிக்கை
0	~~IIII~~	5
1	~~IIII~~ II	7
2	~~IIII~~	5
3	IIII	4
4	II	2
5	II	2
மொத்தம்		25

(ஆ) 20 குடும்பங்கள் ஒரு மாதம் பயன்படுத்தும் அரிசியின் அளவு (கிலோவில்) பற்றிய விவரங்கள் பின்வருமாறு:

30	20	14	21
45	24	37	31
33	19	26	21
41	15	47	24
28	12	52	43

பிரிவு இடைவெளிகளை 10-19, 20-29......... என அமைத்து இந்த விவரங்களை ஓர் அலைவெண் பட்டியலில் அமைக்கலாம்.

அலைவெண் பட்டியல்

பிரிவின் இடைவெளி கிலோவில்	குறியீடுகள்	குடும்பங்களின் எண்ணிக்கை
10 — 19	IIII	4
20 — 29	~~IIII~~ II	7
30 — 38	IIII	4
40 — 39	IIII	4
50 — 59	I	1
மொத்தம்		20

II இரண்டுவழிப் பகுப்பாய்வு (1) மாறிகளின் அடிப்படையில் (Two way classification of Bivariate data) 20 மாணவர்கள் அ, ஆ, என்ற இரண்டு பாடங்களில் பெற்ற மதிப்பெண்கள் வருமாறு ;

பாடம் அ :	90	47	68	57	76	61	30
	44	82	58	49	65	63	69
	72	37	59	77	53	40	
பாடம் ஆ :	73	61	70	40	72	39	18
	62	66	65	60	91	67	34
	51	48	53	82	76	17	

பாடம் 'அ', 'ஆ'வின் பிரிவு இடைவெளிகளை முறையே 30-39, 40-49,......; 10-19, 20-29,...... என்றும் அமைத்து இரண்டு மாறி அலைவெண் பட்டியலில் இவ்விவரங்களைப் பின்வருமாறு அமைக்கலாம்

பாடம் 'அ' / பாடம் 'ஆ'	30—39	40—49	50—59	60—69	70—79	80—89	90—99	மொத்தம்
10 — 19	1	1						2
20 — 29								0
30 — 39				11				2
40 — 49	1		1					2
50 — 59			1		1			2
60 — 69		111	1	1		1		6
70 — 79			1	1	1		1	4
80 — 89					1			1
90 — 99				1				1
மொத்தம்	2	4	4	5	3	1	1	20

2) பண்பின் அடிப்படையில் :

பண்புகள்	அம்மைப்பால் வைத்துக் கொண்டவர்களின் எண்ணிக்கை	அம்மைப்பால் வைக்காதவர்களின் எண்ணிக்கை	மொத்தம்
அம்மைநோய் கண்டவர்களின் எண்ணிக்கை			
அம்மைநோய் காணாதவர்களின் எண்ணிக்கை			
மொத்தம்			ஆகமொத்தம் N—

மேலும் பல்வழி பகுப்பாய்வு அட்டவணை அல்லது சிக்கலான அட்டவணையின் அமைப்புக்கு எடுத்துக்காட்டு ஒன்று தரப்படுகிறது.

ந. சி.

	ஆண்கள்			பெண்கள்		
	விடுதியில் தங்குவோர்	வெளியில் தங்குவோர்	பெற்றோரிடம் தங்குவோர்	விடுதியில் தங்குவோர்	வெளியில் தங்குவோர்	பெற்றோரிடம் தங்குவோர்
1) இளம் அறிவியல் பயில்வோர்	உதவித்தொகை பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்	உதவித்தொகை பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்	உதவித்தொகை பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்	உதவித்தொகை பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்	உதவித்தொகை பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்	உதவித்தொகை பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்
2) இளங்கலை பயில்வோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாவோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்
3) இளம் வணிகவியல் பயில்வோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தெர்.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்
4) முது அறிவியல் பயில்வோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்
5) முது கலை பயில்வோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதார்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்
6) முது வணிகவியல் பயில்வோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்
7) எம்.பில். பயில்வோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்
8) ஆராய்ச்சி செய்வோர்	CSIR உ.தொ. பெறுவோர் UGC உ.தொ. பெறுவோர் பல்கலைக் கழக உ.தொ.பெறுவோர் உதவி பெறாதோர்	CSIR உ.தொ. பெறுவோர் UGC உ.தொ. பெறுவோர் பல்கலைக் கழக உ.தொ.பெறுவோர் உதவி பெறாதோர்	CSIR உ.தொ. பெறுவோர் UGC உ.தொ. பெறுவோர் பல்கலைக் கழக உ.தொ.பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்	CSIR உ.தொ. பெறுவோர் UGC உ.தொ. பெறுவோர் பல்கலைக் கழக உ.தொ.பெறுவோர் உதவித்தொகை பெறாதோர்	CSIR உ.தொ. பெறுவோர் UGC உ.தொ. பெறுவோர் பல்கலைக் கழக உ.தொ,பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்	CSIR உ.தொ. பெறுவோர் UGC உ.தொ: பெறுவோர் பல்கலைக் கழக உ.தொ.பெறுவோர் உ.தொ.பெறாதோர்

நூலோதி

1. *International Encyclopaedia of Statistics*, 1978, Vol-2.

அட்டை

அட்டைகள் (Leeches) பொதுவாக நன்னீரில் வாழ்பவை. சில நிலத்திலும் வாழ்கின்றன. ரிங்கோப்டெல்லிடா (Rhynchobdellida) வரிசையைச் சேர்ந்தவை நன்னீரிலும் கடல் நீரிலும் காணப்படுகின்றன. அட்டைகளில் ஏறக்குறைய 300 சிறப்பினங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலான அட்டைகள் ஒட்டுண்ணிகளாக (Parasites) வாழ்கின்றன. நீரில் வாழும் சிலவகை அட்டைகள், நத்தைகள், பூச்சிகளின் இளவுயிரிகள், புழுக்கள் போன்றவற்றை உண்ணுகின்றன. சில கரிமப் பொருள்களை உண்பவை. சிவப்பு, கரும்பச்சை, கருநிறம், பழுப்பு என அட்டைகளின் நிறம் வேறுபடுகிறது.

இவை மென்மையான, தட்டையான உடலுடையவை. சில அட்டைகள் 45 செ.மீ. வரை நீளமுடையவை. உடல் நன்றாகச் சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையது. அக்காந்தோப்டெல்லிடா (Acanthobdellida) சிறப்பினத்தைத் தவிர ஏனைய சிறப்பினங்களில் உடல் 34 கண்டங்களால் (segments) ஆனது. உடலின் முற்பகுதியிலுள்ள 5 அல்லது 6 உடற்கண்டங்கள் சேர்ந்து ஒரு சிறிய முன்முனை உறிஞ்சியையும் (anterior sucker), இறுதியிலுள்ள 7 கண்டங்கள் ஓர் உறுதியான பின்முனை உறிஞ்சியையும் (posterior sucker) உருவாக்குகின்றன. கவிழ்ந்த கிண்ணம் போன்ற முன்முனை உறிஞ்சியின் நடுவில் வாய் (mouth) அமைந்துள்ளது. உடலின் ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் 5 முதல் 7 வளையங்கள் (annuli) உள்ளன.

ஈரப்பசையுடன் கூடிய வழவழப்பான இதன் தோல் மூச்சுயிர்ப்புக்கு (respiration) உதவுகிறது. செரிமான மண்டலத்தின் (digestive system) நீண்ட தீனிப்பையில் (crop) உணவு மாதக்கணக்கில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. ஒன்று முதல் 4 இணைக் கண்கள் (eyes) உடலின் முற்பகுதியில் உள்ளன. அட்டைகள் இருபாலிகள் (hermaphrodites). ஆண் இன உறுப்புகளும் பெண் இன உறுப்புகளும் ஒரே அட்டையில் நன்கு வளரப் பெற்றிருப்பினும் தற்கருவுறுதல் (self fertilization) நடைபெறுவதில்லை. இரு அட்டைகள் ஒன்றின் ஆண் இனப்பெருக்கத்துளை மற்றொன்றின் பெண் துளையின் எதிரில் வருமாறு அடிப்புறங்களால் ஒன்றிப் புணர்ச்சி செய்கின்றன. 9, 10, 11ஆம் கண்டங்கள் சேர்ந்து 'கிளைடெல்லம்' (clitellum) எனப்படும் புணர் வளைத்தடிப்பாக மாறுகின்றன. இதனால் சுரக்கப்படும் புழுக்கூட்டில் (cocoon) கருமுட்டைகளும் (zygotes) அல்புமின் உணவுப் பொருளும் சேர்க்கப்படுகின்றன. அட்டை இக்கூட்டைக் கழற்றி நீர்மட்டத்துக்கு மேலுள்ள சேற்றுப்பகுதியில் சேர்த்துவிடுகிறது. இவற்றிலிருந்து சில நாட்களில் சிறு அட்டைகள் வெளிவருகின்றன.

நீரில் வாழும் அட்டைகள், மீன்கள், இருவாழ்விகள், பறவைகள், பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றின் இரத்தத்தை உறிஞ்சுகின்றன. நிலத்தில் மட்டுமே வாழும் அட்டைகள் பாலூட்டிகளின் இரத்தத்தை மட்டுமே உணவாகக் கொள்கின்றன. கூர்மையான பற்களுடன் கூடிய 3 தாடைகள் (jaws) 'Y' — வடிவக் காயத்தை உண்டாக்குகின்றன. பற்களும் தாடைகளும் கைட்டினால் (chitin) ஆனவை. அட்டையின் உமிழ்நீரில் உள்ள சில பொருள்கள் கடிக்கப்பட்ட இடத்தில் வலி ஏற்படாதவாறு செயல்படுகின்றன. மேலும் அவை இரத்தக் குழாய்களை விரிவாக்கி அதிகமாக இரத்தம் பாயச் செய்வதுடன் இரத்தம் உறைவதையும் தடுக்கின்றன. உமிழ்நீரிலுள்ள ஹிருடின் (hirudin) இரத்த உறை வெதிர்ப்பியாகச் (anti-coagulant) செயல்படுகிறது.

நிலத்தில் காணப்படும் அட்டைகள் அவற்றின் ஓம்புயிர்களுக்காகக் (hosts) காத்திருக்கின்றன. காயத்திலிருந்து இரத்தம் வடிவதைக் கண்டபிறகுதான் ஓம்புயிர் அட்டையால் கடிபட்டிருப்பதை அறிகிறது. நேதோப்டெல்லிடே (Gnathobdellidae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த அட்டைகள் மனிதர்களைத் தாக்குகின்றன. சில அட்டை வகைகள் சில நூற்றாண்டுகளாகவே மருத்துவத்துக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டுவருகின்றன. 19ஆம் நூற்றாண்டில் மனநோய் (mental illness), கட்டிகள் (tumours), தோல்நோய் (skin disease), கீல்வாதம் (gout), கக்குவான் (whooping cough) ஆகிய நோய்களின் சிகிச்சைக்குப் பயன்படுத்தினர். தலைவலியைப் போக்கச் சில அட்டைகளை நெற்றிப் பொட்டுப் பகுதியிலிருந்து இரத்தத்தை உறிஞ்சியெடுக்கச் செய்தனர். ஹிருடோ மெடிசினாலிஸ் (Hirudo medicinalis) ஐரோப்பாவிலும், நேதோப்டெல்லா ஃபெராக்ஸ் (Gnathobdella ferox) ஆசியாவிலும் இவ்வாறு பயன்படுத்தப்பட்டன. ஹீமாடிப்சா (Haemadipsa) பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த அட்டைகள் ஆசியா, ஃபிலிப்பைன்ஸ், கிழக்கிந்தியத் தீவுகள், மடகாஸ்கர் ஆகிய பகுதிகளிலும், ஃபிலமான் (Philaemon) பொதுவினத்தைச் சேர்ந்தவை ஆஸ்திரேலியாவிலும் காணப்படுகின்றன. இவை மனிதர்களைத் தாக்கும் ஒட்டுண்ணிகள்.

அட்டைகள் உள்ள நீர்ப்பகுதியில் குளிப்பவர்களின் கழிவு நீக்கத்துளைகளின் வழியாகச் சிறு அட்டைகள் உடலில் புகுந்து விடுகின்றன. குடிநீருடன் உட்செல்லும் அட்டைகள் முதலில் தொண்டை, மூக்குப் பகுதிகளில் ஒட்டிக்கொண்டு பின்பு உள்ளிழுக்கப்படும் காற்றுடன் நுரையீரல்களில் (lungs) நுழைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு பாதிக்கப்படுபவர்கள் இரத்தத்தை இழப்பதால் இரத்த சோகை நோய்க்கு (anaemia) ஆளாகின்றனர். மூச்சுப்பாதை அடைபடுவதால் மூச்சடைப்புக்கு (suffocation) ஆளாகி இறந்து விடுவதும்

உண்டு. வெளிக்காயங்களில் நோய்க்கிருமிகள் தொற்று கின்றன. ஆசியாவில் கால்நடைகள் இவ்வாறு பெருமளவில் இறந்துவிடுகின்றன. இந்தியாவில் ஹிருடினியா விரிடிஸ் (Hirudinea viridis), ஹிருடினியா

அட்டை

ஜவானிகா (Hirudinea javanica), ஹிருடினியா மனிலன்ஸிஸ் (Hirudinea manillensis), ஹிருடினியா கிரானுலோஸா (Hirudinea granulosa) ஆகிய 4 வகை அட்டைகள் காணப்படுகின்றன.

அட்டைகள் வளைதசைப் புழுக்கள் (Annelids) தொகுதியில் ஹிருடினியா (Hirudinea) வகுப்பில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

சா.ர

நூலோதி

1. *Encyclopaedia Britannica, Micropaedia,* 7:238
2. *The International Wildlife Encyclopaedia,* 10:1298
3. *Encyclopaedia Americana,* 17:160
4. *World Book,* 12:158
5. Ekambaranatha Ayyar *"Manual of Zoology"*, Vol. I

அட்மிரால்டி தீவுகள்

பாப்புவா நியுகினியாவிற்குச் சொந்தமான 40 தீவுகளைக் கொண்ட இத்தீவுக்கூட்டம் தென் மேற்குப் பசிபிக் பெருங்கடலில் பிஸ்மார்க் ஆர்ச்சிபெலாகோ தீவுக் கூட்டத்தின் ஒரு தொடர்ச்சியாக உள்ளது. இத்தீவுக் கூட்டம் நியுபிரிட்டனிலுள்ள ரபால் என்னுமிடத்திலிருந்து வடமேற்கில் 610 கி. மீ. தூரத்தில் உள்ளது.

இத்தீவுகளில் மிகப்பெரியது எரிமலைகளைக் கொண்ட மானஸ் தீவு ஆகும். 1528ஆம் ஆண்டு அவ்வாரோ சாவேட்ரா எனும் ஸ்பெயின் நாட்டினர் இத்தீவில் இறங்கியிருக்கலாமென்றும், 1616ஆம் ஆண்டு வில்லியம் சோல்டன் இத்தீவைக் கண்டுபிடித்தாரென்றும், 1767ஆம் ஆண்டு பிரிட்டிஷ் கப்பல் தலைவன் பிலிப் கார்டிரட் என்பவரால் இத்தீவு பெயரிடப்பட்டதென்றும் கூறப்படுகிறது. 1884இல் ஜெர்மன் நாட்டுப் பாதுகாப்பில் விளங்கிய இத்தீவுக் கூட்டம், 1914 ஆம் ஆண்டு ஆஸ்திரேலியர்களால் கைப்பற்றப்பட்டு, 1921ஆம் ஆண்டு முதல் ஆஸ்திரேலியா நாட்டின் கட்டுப்பாட்டின் கீழ் வந்தது. பின்னர், 1942 முதல் 1944 வரை ஜப்பானியர்களால் இத்தீவுகள் ஆக்கிரமிக்கப்பட்டன. 1946ஆம் ஆண்டு நியுகினியாவின் ஐக்கிய நாட்டுப் பொறுப்பில் இத்தீவுகள் கொண்டு வரப்பட்டன. பாப்புலா நியுகினியா 1975ஆம் ஆண்டு சுதந்திரம் அடைந்ததும் இத்தீவுகள் அந்நாட்டின் ஒரு பகுதியாகிவிட்டன.

இத்தீவுகளின் பொருளாதாரத்தில் கொப்பரைத் தேங்காய் உற்பத்தி முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. மலேசியர் வம்சத்தைச் சார்ந்த இத்தீவு மக்கள் மீன்பிடித்தல், உள்நாட்டு அங்காடிகளை நடத்தல் சரக்குகளை ஏற்றி இறக்குதல் போன்றவைகளைத் தொழிலாகக் கொண்டு வாழ்கின்றனர். 1975ஆம் ஆண்டுக் கணக்கின் படி இத்தீவுகளில் உள்ள மக்கள் தொகை 30,160 ஆகும். இவர்களில் பெரும்பாலோர் மானஸ் தீவில் வாழ்கின்றனர்.

அட்ரியாட்டிக் கடல்

இக்கடல் பால்கன், இத்தாலி தீபகற்பங்களுக்கு இடையிலுள்ள மத்திய தரைக்கடலின் ஒரு பகுதியாகும். இக்கடலின் இத்தாலிய கரையோரப் பகுதி, வளைவுகளும் தீவுகளுமற்றுக் காணப்படுகிறது. ஆனால் பால்கன் தீபகற்பத்தின் யுகோஸ்லோவியா, அல்பானியா கரையோரப் பகுதிகளில் சீரற்ற வளைவுகளும், முட்டை வடிவமானவும், சிறியவும், பெரியவுமான பல தீவுகளுமுள்ளன. இதன் காரணமாக, யுகோஸ்லோவியா கடற்கரைப் பகுதியிலுள்ள பாதுகாப்பான தீவுகளும், விரிகுடாக்களும் உல்லாச இடங்களாக உள்ளன. அட்ரியாடிக் கடல் வெனீஸ் வளைகுடாவி

லிருந்து ஒட்ரேன்ட்டோ நீர்ச்சந்தி வரை 805 கி.மீ. நீளமும், பெரும அகலத்தில் 225 கி. மீ.யும், பெரும ஆழத்தில் 1250 மீ.யும் உடையது. இக்கடலின் ஆழம் அதன் கரையோரப் பகுதியின் நிலவியல்பைப் பொறுத்துள்ளது.

மேற்பரப்புநீரின் வெப்பம் 10°—25° செலிசியஸ் ஆகவும், ஆழ்கடலில் 11°—14° செலிசியஸ் ஆகவும் உள்ளது. இக்கடல் நீரின் உவர்ப்பியம் 25—39‰ வரையுள்ளது. இக்கடலில் சிங்கிறால், சார்டீன், டியூனா வகைமீன்கள் முக்கியமாகப் பிடிக்கப்படுகின்றன.

அட்ரினலின் தடைப்பொருள்கள்

அட்ரினலின் தடைப்பொருள்கள் (Adrenergic Blockers) பரிவு நரம்பு மண்டல வினையாற்றலைக் குறைப்பவை (Sympatholytics Sympathetic depressants) என்ற பெயரிலும் வழங்கப்படுகின்றன. இம்மருந்துகள் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் செயலாற்றலைக் குறைக்கவும், பரிவு நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டும் அமீன்களின் (Sympathomimetic amines) வினைச் செயலைத் தடுக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரத்த அதி அழுத்தம், இதய இரத்த நாளநோய் (Coronary heart disease), இதயலயமின்மை (Cardiac arrhythmias) போன்ற நோயியல் நிலைகளில் இம்மருந்துகள் உயிர் காப்பவைகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அட்ரினலின் தடைப்பொருள்களை, 1. அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்பு உயிரணுக்களின் செயல் வன்மை அடைப்பிகள் (Adrenergic neurone blocking drugs), 2. ஆல்பா-அட்ரினல் ஏற்பி அடைப்பிகள் (Alpha adrenergic receptor blocking drugs), 3. பீட்டா-அட்ரினல் ஏற்பி அடைப்பிகள் (Beta adrenergic receptor blocking drugs) என வகைப்படுத்தலாம்.

பரிவு நரம்பு மண்டல வினையாற்றலைக் குறைக்க ஒற்றை அமீன் ஆக்சிஜனேற்றி தடுப்பிகள் (Monoamine oxidase inhibitors), வெராட்ரம் அல்கலாய்டுகள் (Veratrum alkaloids), உள அமைதிப்படுத்திகள், தானியங்கி நரம்பு முண்டுத் தடுப்பிகள் (Ganglionic blocking agents) எனும் வகை மருந்துகள் பயன்படுத்தப்படினும், மேற்கூறிய மூவகை மருந்துகளே அட்ரினலின் தடைப்பொருள்கள் எனும் பெயர் பெறுகின்றன.

அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்புக் கலன் செயல் தடுப்பிகள் (Adrenergic Neurone Blocking Drugs)

இம்மருந்துகள் பரிவு நரம்பு மண்டலப் பின் முண்டு நரம்புகள் மீது செயல்பாடு உடையன; பரிவு நரம்பு மண்டலப்பின் முண்டு நரம்புகளைத் தூண்டுவதால் உண்டாகும் செயல்களைத் தடுப்பன. அதேசமயம் பின் இணைவுச் செயல்பாகங்களில் (Post synaptic effector sites) அமைந்துள்ள அட்ரினல் ஏற்பிகள் மீது செயல்பாடு அற்றன. எனவே உடலுள் செலுத்தப்படும் அட்ரினலின், நார் அட்ரினலின் மருந்துகள், இம மருந்தின் முன்னிலையில் யாதொரு தடையும் இன்றி வினையாற்றுகின்றன. அதேசமயம் இம்மருந்தின் முன்னிலையில் பரிவு நரம்பு மண்டலப் பின் முண்டு நரம்பு நார்களைத் தூண்டினால் யாதொரு வினையும் நிகழாது.

அட்ரினலின் தொடர்பான-நரம்புக்கலன்-செயல் தடுப்பிகள் செயல்படும் விதம்:

இம்மருந்துகள் மிகவும் சிக்கலான வினையாற்றலை உடையன. ஒவ்வொரு மருந்தும், மற்றொன்றிலிருந்து வினையாற்றலில் சிறிது வேறுபாடும் உடையது. ஆயினும், இம்மருந்துகளின் வினையாற்றலின் விளைவால் பரிவு நரம்பு மண்டலப் பின் முண்டு நரம்புகளின் இயக்கம் தடைப்படுகிறது.

1. இம்மருந்துகளை, குறிப்பாக அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்பணுக்கள் உள் எடுத்துக்கொள்கின்றன.

2. இவ்வகை மருந்துகளில், குறிப்பாக குவானிதிடின் (Guanethidine) போன்றவை, பரிவு நரம்பு மண்டலப்பின் முண்டு நரம்பு இயங்க அடிப்படையாக விளங்கும் நரம்பணு நார்அட்ரினலின் சேமிப்பு அமைப்புகளைப் பெருமளவு குறைக்கின்றன. நரம்பணு சேமிப்பு அமைப்புகளில் நார்அட்ரினலின் குறைவதால் அல்லது அழிக்கப்பட்டு விடுவதால் இந்நரம்பணுக்களின் இயக்கம் பெருமளவு குறைகிறது. இம்மருந்துகள் விரைவாக உடலினுள் செலுத்தப்பட்டால், நரம்பணு சேமிப்பு அமைப்புகளிலிருந்து சட்டென்று விடுவிக்கப்பட்ட நார்அட்ரினலின் இரத்த அழுத்தத்தைத் திடீரென்று கூட்டுவதைக் காணலாம்.

3. நரம்பணுக்களிலிருந்து தூண்டு விசையால் பிரிந்த நார்அட்ரினலின் அளவில் பெரும் பகுதியை வினை முடித்ததும் இந்நரம்பணுக்களே வழக்கமாகத் திருப்பி எடுத்துக் கொள்கின்றன. உடலின் இந்தச் சிக்கனம் ஓர் உடலியங்கியல் உண்மையாகும். இம் மருந்துகள், நரம்பணுக்கள் நார்அட்ரினலினைத் திரும்ப எடுத்துக் கொள்வதைத் தடுக்கின்றன. இதனால் நரம்பணுக்களில் நார்அட்ரினலின் அளவு பெருமளவு குறைந்து நரம்பு தூண்டு விசையால் நரம்பணுக்கள் இயங்கா நிலையை எய்துகின்றன.

நார்அட்ரினலினை உண்டாக்கும் டோபமின்-பீட்டா-ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் (Dopamine beta-hydroxy

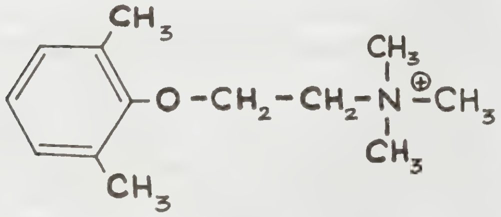
lase) என்ற நொதியை இம்மருந்துகள் தடை செய்வதன் மூலம், பரிவு நரம்பு மண்டலப் பின் முண்டு நரம்பணுக்களின் நார்அட்ரினலின் அளவைப் பெருமளவு குறைக்கின்றன.

5. இம்மருந்துகள் அனைத்தும் உடலின்-குறித்த பகுதி-உணர்வு இழப்புச் செயல் வன்மையைக் (Local anaesthetic) கொண்டன. எனவே இவையனைத்தும் நரம்பு தூண்டு விசை உண்டாவதையும், பரவுவதையும் தடுக்கும் செயல்வன்மை கொண்டன. இம்மருந்துகளை குறிப்பாகப்பரிவு நரம்பு மண்டலப் பின்முண்டு நரம்புகள் எடுத்துக்கொள்வதால் அவற்றில் குறிப்பாக நரம்பு தூண்டுவிசை பரவுவது தடுக்கப்படுகிறது.

6. இம்மருந்துகள் அசிட்டைல் கோலீன் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் நார்அட்ரினலின் விடுவிக்கப்படுவதைத் தடுக்கின்றன.

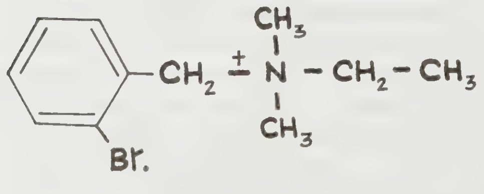
அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்புக்கலன் செயல்வன்மை தடுப்பிகள்:

1. சைலோகோலீன் (Xylocholine) :



இம்மருந்து ஆய்வு அளவில்தான் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு உடலின் குறித்த பகுதி உணர்விழப்புச் செயல்வன்மை மிகவும் உண்டு. இம்மருந்து விரும்பா விளைவுகள் விளைவிப்பதால் இதனைப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்துவதில்லை.

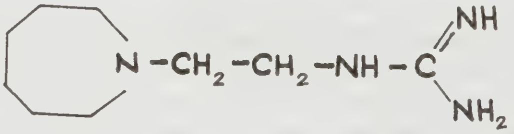
2. பிரிட்டிலியம் (Bretylium) :



இம்மருந்துதான் இவ்வகை மருந்துகளிலேயே இரத்த அதி அழுத்தத்திற்கு முதன் முதலாக மருத்துவ முறையில் பயன்படுத்தப்பட்டது. இது வாய் வழியாக அளிக்கப்படும்போது சீராக உடலுள் புகாமல், நிலையற்று உறிஞ்சப்படுவதாலும், அடிக்கடி உபயோகிப்பதால் இதன் திறன் குறைவதாலும், தற்பொழுது அதி அழுத்தக் குறைப்பியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஆனால் இம்மருந்து இதய இலயத்தவறுதலைக் (cardial dysrhythmias) குணமாக்க உடலினுள் ஊசிமூலம் செலுத்தப்படுகிறது. இம்மருந்தினால் விரும்பா விளைவுகள் விளைவதால் பிற மருந்துகளுக்குக் கட்டுப்படாத இதயலயக் கேட்டிற்கே இது பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மிகவும் அபாயகரமான 'வென்டிரிகிள் தொடர்பான இதயலயக் கேடுகளுக்கே' ஒரு கிலோ கிராம் நோயாளியின் உடல் எடைக்கு 5 மில்லி கிராம் வரை முதலில் கொடுக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு 15-30 நிமிடத்திற்கு ஒரு முறை வீதம் அதே அளவில் மொத்தம் கிலோகிராம் எடைக்கு 30 மில்லி கிராம் வரை அளிக்கப்படுகிறது.

3. **க்வானெதிடின்** (Guanethidine) - **இஸ்மெலின்** (Ismelin) :

க்வானெதிடின் ஓர் ஆற்றல் வாய்ந்த இரத்த அதி அழுத்தக் குறைப்பி ஆகும். வாய் வழியாக அளிக்கப்படும்போது 30% உடலுள் செல்கிறது. இம்மருந்தைப் பயன்படுத்தும்போது தலையைச் சட்டென்று நிமிர்த்தினால் உணர்விழக்கும் நிலையும் (Orthostatic hypotension), உடற்பயிற்சிக்குப் பிறகு தோன்றும் இரத்த அழுத்தக் குறைவு நிலையும் விரும்பா விளைவுகளாகின்றன. ரேநாட் நோய் (Raynaud's disease) போன்ற இரத்த நாள இறுக்க நோய் நிலைகளில் (Vasospastic disorders) இம்மருந்து குணமளிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

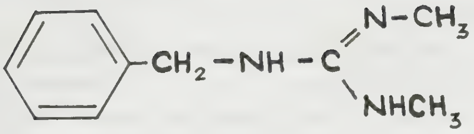


க்வானெதிடின் அதி இரத்த அழுத்த நோய்களிலும், பிற மருந்துகள் பலனளிக்காத கட்டங்களிலும்தான் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதைப் பயன்படுத்தும்போது நீரும் உப்பும் நோயாளியின் உடலில் சேர்வதால் தெயஸைட் நீரிறக்கிகள் (Thiazide diuretics) இதனுடனே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்மருந்து விரிந்த அளவுகளில் நாளொன்றுக்கு 10 முதல் 15.5 மில்லி கிராம் வரை நோயாளியின் நிலைக்கேற்பப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

4. பிற அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்புக்கலன் செயல் வன்மை தடுப்பிகள் ;

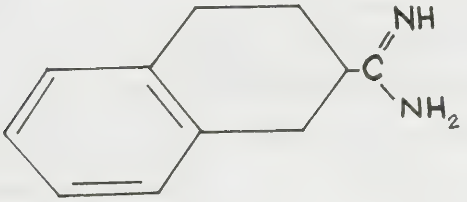
அ. **பித்தானிடின்** (Bethanidine) :

இம்மருந்து, க்வானெதிடின் போல வினையாற்றல் உடையது. விரைவாகச் செயலாற்றத் தொடங்கல்,



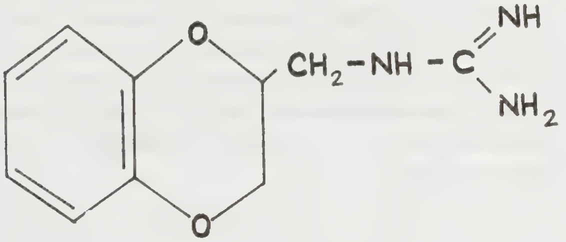
குறைந்த நேரமே செயல்படுதல் ஆகிய குணங்களைக் கூடுதலாகக் கொண்டது.

ஆ. **டெப்ரிஸோக்வீன்** (Debrisoquine)



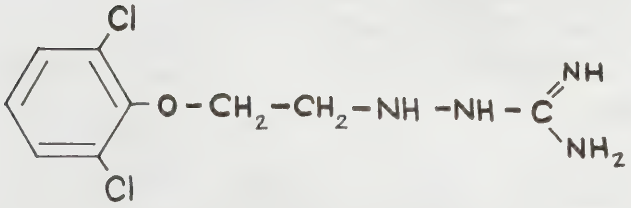
க்வானெதிடின் போன்ற வினையாற்றலைப் பெற்றிருந்தும், அதைவிடக் குறைந்த நேரமே செயல்படக் கூடியது.

இ. **க்வானாக்ஸான்** (Guanoxan) :



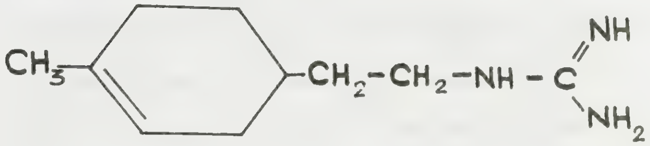
இம்மருந்திற்கு அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்புக் கலன்-செயல்வன்மை-தடுக்கும்-ஆற்றலுடன் ஆல்பா-அட்ரினல் - ஏற்பியைத் தடுக்கும் வினையாற்றலும் உண்டு. இச்செயல் வன்மைக்குக் காரணம் இதனுடைய மூலக்கூறு அமைப்பு பென்ஸோடையாக்ஸான் (Benzodioxon), ஆல்பா அட்ரினல் ஏற்பி அடைப்பிகளை ஒத்திருப்பதேயாகும்.

ஈ. **க்வானாக்ளோர்** (Guanaclor)



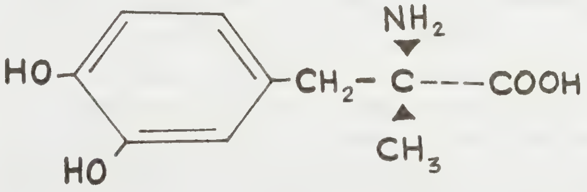
இம்மருந்து மத்திய, வெளிப்புற நரம்பணுக்களின் அமீன்களை (Amines), டோபமீன் - பீட்டா -ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் (Dopamine beta hydroxylase) என்ற நொதியை அடைப்பதன் மூலம் குறைக்கிறது.

உ. **க்வானாக்லைன்** (Guanacline)



இம்மருந்து க்வானெதிடின் போன்ற செயலாற்றலைக் கொண்டது. இதன் வினையாற்றல் மெல்லத் தொடங்குகின்றது. இதனுடைய ஆற்றலை முழுமையாக டெக்ஸ் அம்ஃபீட்டமின் (Dex-amphetamine) எதிர்ப்பதனால் இம்மருந்து இவ்வகைப்பிற மருந்துகளினின்றும் வேறுபடுகிறது.

ஊ. **மிதில் டோபா** (Methyl dopa), **ஆல்டோமெட்** (Aldomet)



இம்மருந்து; 1. அரோமேட்டிக் - அமினோ-அமிலடிகார்பாக்ஸிலேஸ் (Aromatic amino acid decorboxylase) நொதியை அடைப்பதனால் நரம்பணுவின் நார் அட்ரினலின் அளவு பெருமளவு குறைகிறது.

2. சில மருந்தியல் அறிஞர்கள் கருத்துப்படி ஆல்பா-மிதைல் அட்ரினலின் (Methyl adrenalin) ஆக இம்மருந்து வளர்சிதை வினை மாற்றம் அடைவதால் (நரம்பு தூண்டு விசையால் ஆல்பா மீதைல் அட்ரினலினை அவ்வளவு எளிதில் நரம்பணுவிலிருந்து வெளியே தள்ள முடியாது) அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்பணுக்களைச் செயலிழக்கச் செய்கிறது.

மிதில்டோபா, தூக்கக் கலக்கம் (Drowsiness) வாயுலர்தல், உடலில் திரவச் சேர்க்கை போன்ற விரும்பா விளைவுகளை உண்டாக்குகிறது; ரேநாட் நோய், அதி இரத்தம், அதி அழுத்தம் ஆகியவற்றிற்கு ஏற்ற மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

2. **ஆல்பா-அட்ரினலின்-ஏற்பி-தடுப்பிகள்**
(Alpha Adrenergic Receptors Blocking Agents)

ஆல்பா அட்ரினல் ஏற்பிகள் செயல்திறனைக் குறிப்பாகத் தடுக்கும் மருந்துகள் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. ஹேலோ-ஆல்கைல்-ஆமீன்கள் — Halo alkyl amines
2. இமிடசோலின்கள் —Imidozolines
3. பீனாக்ஸி ஆல்கைலமீன்கள் —Phenoxy alkyl amines
4. டைபென்சசிபைன்கள் —Dibenzazepines
5. பென்ஸோடையாக்ஸேன்கள் —Benzodioxanes
6. எர்காட் அல்கலாய்டுகள் —Ergot alkloids
7. பிரேசோசின் —Prazosin

இம்மருந்துகள் கீழ்க்கண்ட நோய்களில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

(1) அண்ணீரக அகணியில் (Adrenal medulla) விளையும் பியோக்ரோமோ சைட்டோமா (pheochromo cytoma) என்ற கட்டி, (2) இரத்த அதி அழுத்த நிலை, (3) வெளி இரத்த நாள இறுக்க நிலை (Peripheral Vasospastic Conditions) (4) பகுதி இரத்த நாள இறுக்கிகள் மிகும் நிலை (Local vasoconstrictors).

ஆல்பா-அட்ரினலின் ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால் இரத்த குறுநாளங்களில் வரியற்ற தசையணுக்களை (Vascular smooth muscles) இறுக்குவான்களாகவும், அதன் வழி இரத்த அழுத்தத்தை அதிகரிப்பனவாகவும் அமைந்துள்ளன. இந்த ஆல்பா - அட்ரினலின்-ஏற்பிகள், ஆல்பா–1, ஆல்பா-2 என இருவகைப் படும்.

அட்ரினலின் ஏற்பி அடைப்பிகள், எதிர்மறையில் செயல் படுகின்றன.

ஆல்பா-அட்ரினல்-ஏற்பி அடைப்பிகள், அடைக்கும் வினைத்திறத்திற்கேற்ப ஆல்பா - 1 அடைப்பிகள், ஆல்பா-2 அடைப்பிகள், எவ்வித வேறுபாடுமின்றிச் செயல்படும்போது, அடைப்பிகள் எனப் பாகுபடுத்தப் பட்டுள்ளன.

ஆல்பா-அட்ரினலின்-அடைப்பியின் எடுத்துக்காட்டு	அடைக்கும் அட்ரினல் ஏற்பி வகை
பிரேசோகின் (Prazogin)	ஆல்பா - 1
ஃபீனாக்ஸிபென்சமின் (Phenoxy benzamine)	
டோலசோலின் (Tolazoline)	ஆல்பா - 2
யோஹிம்பின் (Yohimbine)	
பென்டோலமின் Phentolamine)	பொதுவாக ஆல்பா 1-ம், ஆல்பா-2-ம்.

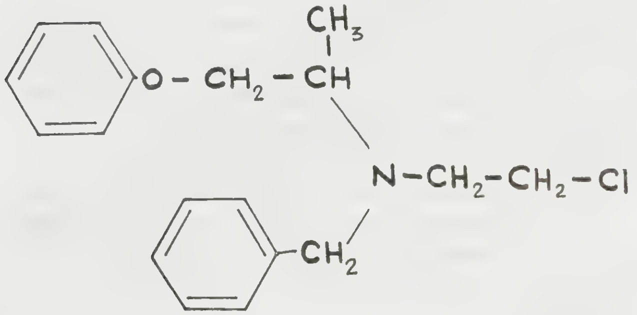
ஆல்பா-அட்ரினலின்-ஏற்பி-அடைப்பிகள்

1. **ஹேலோ ஆல்கைலமின்கள்** (Halo Alkylamines)

இவை குறிப்பாக, மிக நீண்ட கால, அட்ரினலின்-ஏற்பி அடைப்பை உண்டாக்குகின்றன. ஆல்பா-அட்ரினலின்-அடைப்பி, ஹேலோ ஆல்கைலமின்களில், முக்கியமாக, டைபீனமீன் (Dibenamine), ஃபீனாக்ஸி பென்சமின் என்ற மருந்துகளைக் கூறலாம். இவற்றில் 10 மடங்கு சக்தி வாய்ந்த (டைபீனமீன் போல்) ஃபீனாக்ஸி பென்சமினே மருத்துவ முறையில் வெகுவாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது.

ஆல்பா-அட்ரினலின்-ஏற்பி	தூண்டப்பட்டால் விளையும் விளைவு
ஆல்பா 1: பின் இணைவு-செயல்பாகங்கள் வரியற்ற தசையணுக்கள். (post-synaptic effector smooth muscles)	தூண்டப்பட்டால் நாளங்கள் இறுக்கப்படுகின்றன. இரத்த அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது.
ஆல்பா 2: முன்சோர்வு அட்ரினலின் தொடர்பான நரம்பணு முறைகள் (Presynaptic adrenergic nerve terminals), பிளாட்டிலெட்டுகள் (Platelets), கொழுப்பணுக்கள் (Lipocytes) ஆகியவற்றின் மீது பொருந்தி உள்ளன.	இவை நரம்புகளின் செயல்வன்மையைக் கண்காணிக்கின்றன (Feed back). இவை தூண்டப்பட்டால் நரம்புகளின் செயல்வன்மையைக் குறைக்கின்றன. கொழுப்பணுக்களில் கொழுப்பு (Lipolysis) சிதைகிறது.

இவ்வகை மருந்துகள் நைட்ரஜன் மஸ்டர்ட் (Nitrogen mustards)களிலிருந்து கிளைத்தவை. இம்மருந்தின் அணுக்கூட்டமைப்பு, சிரை வழியாகச் செலுத்தப்பட்ட உடன், வேதியியல் முறையில் மாற்றம் பெற்று, இடை எதிலின் இம்மோனியம் அயனியாகச் (Ethylene immonium intermediate) சுழற்சியடைகிறது. இவ் வயனிகள் ஆல்பா-அட்ரினலின்-ஏற்பிகளுடன் எதிர் வினை புரிந்து அந்த ஏற்பிகளுடன் முறியாத தொடர் புடைய ஓர் உறுப்பாகவே மாறி, அந்த ஏற்பியை நிலை யாக அடைத்துவிடுகின்றன.



இம்மருந்தின் வினையாற்றல் 14 மணி நேரத்தி லிருந்து 48 மணி நேரம் வரை தொடர்கிறது. இம் மருந்து, நார்அட்ரினலினை முன்சோர்வு-அட்ரினலின்-தொடர்பான-நரம்புமுனைகள் (Presynaptic adrenergic nerve terminals) திரும்பப் பெற்றுக் கொள்வதைத் தடைப்படுத்துகிறது. இதற்கு இஸ்டமின் (H-ஏற்பிகள்), அசிட்டில்கோலின் (Acetylcholine), செரோ டோனின் (Serotonin) ஆகியவற்றின் ஏற்பிகளையும் அடைக்கும் திறன் உண்டு. வாய் வழியாக அளிக்கப் படும்போது, இதனுடைய உயிரிய கிடைப்பு (Bio-availability) மிகவும் குறைவு. 10 மில்லி கிராம் முதல் 20 மில்லி கிராம் வரை நாளொன்றுக்கு ஒருமுறை, அளவு சிறிது சிறிதாக அதிகரிக்கப்பட்டு 100 மில்லி கிராம் வரை அளிக்கப்படுகிறது. உடலின் நிமிர்நிலையொத்த இரத்த அழுத்தக் குறைவு (Postural hypotension), அதிவேக இதய இயக்க நிலை (Tachy-cardia), மூக்கடைப்பு, விந்து பீச்சு தடைப்படுதல் (Inhibition of ejaculation) ஆகியன இம்மருந்தால் விளையும் வேண்டா விளைவுகளாம்.

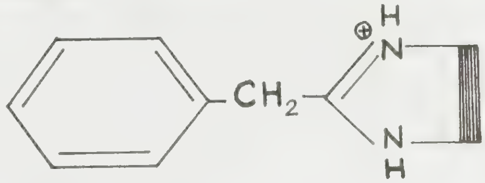
2. இமிடசோலீன்கள் (Imidazolines)

இவ்வகை மருந்துகளில் டோலசோலின் (Tolazoline), பென்டோலமின் (Pentolamine) என்ற இரண்டும் சிறப் பாக மருத்துவத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

டோலசோலீன், பிரிஸ்கால் (Priscole)

இம்மருந்திற்கு ஆல்பா-ஏற்பிகளை அடைத்தல், பரிவு நரம்பு மண்டலத்தை ஊக்கல் (Sympathetic stimulation), இணைபரிவு நரம்பு மண்டலத்தை ஊக்கல் (Parasympathetic stimulation), இரைப்பையில் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சுரக்க வைத்து இஸ்டமின் போல் வினையாற்றல் போன்ற ஆற்றல்கள் உண்டு.

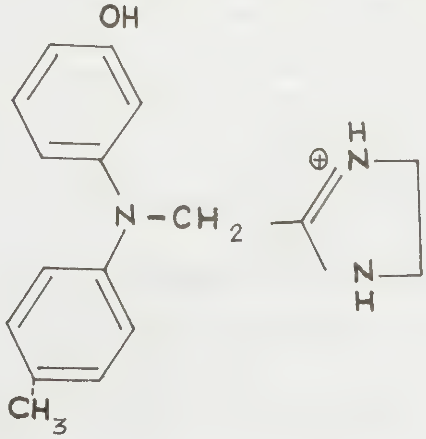
டோலசோலீன்



இம்மருந்தின் வெளிப்புற இரத்த நாள விரிப்புத் (Peripheral Vasodilatation) தன்மையே (இவ்வாற்றல் அட்ரோபீனால் அடக்க முடியாதது) வெளிப்புறஇரத்த நாள இரத்த நோய்களில் உபயோகப்படுத்துவதற்குப் பெருங் காரணமாக அமைகிறது. இம்மருந்து 25 மில்லி கிராம் அளவில் நாளொன்றுக்கு 4 முதல் 6 தடவை வரை நோயாளியின் தேவைக்கேற்பப் பயன்படுத்தப்படு கிறது. குளிர், தலைப் பகுதித் தோலில் உணர் விழத்தல், அல்லது உணர்வு மாறுபடுதல், தலைவலி, அதிவேக இதய இயக்கம், மார்புவலி, இதயலயக் கேடு, இரத்த அழுத்தத்தில் மாறுதல் ஆகியன இம் மருந்தால் விளையும் வேண்டா விளைவுகளாம்.

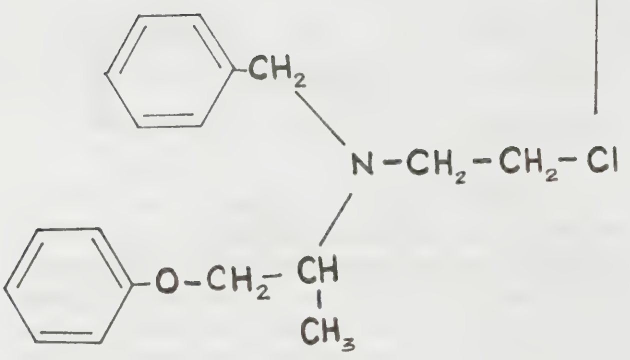
பென்டோலமின் (Phentolamine), **ரிஜிடின்** (Regitine)

இப்மருந்து மிகவும் சக்தி வாய்ந்த போட்டி (Competitive) ஆல்பா-அட்ரினலின் ஏற்பி அடைப்பியாகும். இம்மருந்து ஆல்பா-1 ஆல்பா-2 ஆகிய இரண்டு வகை ஏற்பிகளையும் சமமாக அடைக்கிறது. இதனால் நிகழும் இதய வேக இயக்கம் ஒரு பகுதி ஆல்பா-2 ஏற்பி களை அடைப்பதால் நிகழ்வது. வாய்வழியாக இம் மருந்து சரியாக உடலுள் நுழைவதில்லை. இம்மருந் திற்கு செரோடோனின் ஆற்றலை அடைக்கும் திறன் (Anti serotonin), இணைப்பரிவு நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டும் திறன், H_1 H_2 வகை இஸ்டமின் ஏற்பிகளை அடைக்கும் திறன் ஆகியவை உண்டு. இம்மருந்து



ஆல்பா அட்ரினலின் ஏற்பியை ஃபீனாக்கி பென்சமின் அடைக்கும் விதம் :

ஃபீனாக்ஸிபென்சமின்



பியோக்ரோமோ சைட்டோமா (Pheochromo cytoma) பற்றிய அறுவைச் சிகிச்சைக்குச் சற்று முன்பு சிரை வழியே, நோயாளியின் தேவைக்கேற்பப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. பியோக்ரோமோ சைட்டோமா நோயிருப் பதை உணரவும் இம்மருந்து பயன்படுகிறது.

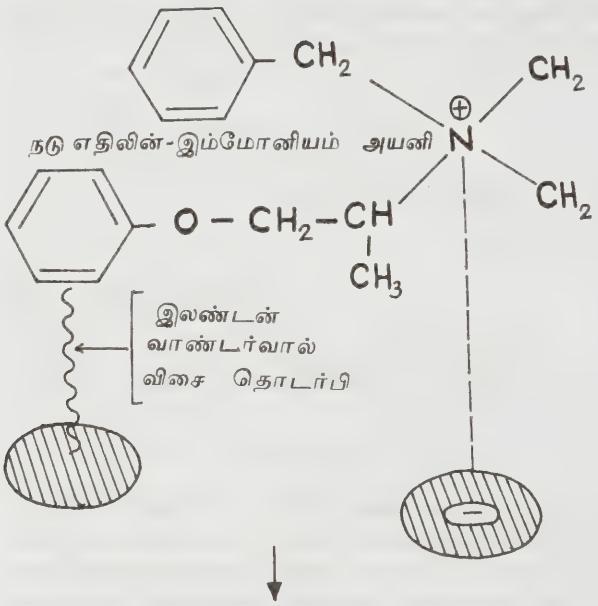
இந்நோய் நிலைகளில் ஒரு சிறிய அளவு பென்டோல மினும் பெரிய அளவு இரத்த அழுத்தக் குறைவை ஏற் படுத்துகிறது. பியோக்ரோமோ சைட்டோமா நோயுடைய வயது வந்தவர்களுக்கு இம்மருந்து 5 மில்லி கிராம் சிரை வழி அளிக்கப்படும்போது 35 மில்லி மீட்டர் உயரப் பாதரச அளவு இரத்த அழுத்தக் குறைவை-இதயம் இரத்தத்தைப்பாய்ச்சும் நிலையில் (Systolic)-ஏற்படுத்துகிறது. 25 மில்லி மீட்டர் பாதரச அளவு இரத்த அழுத்தக் குறைவை இதயம் விரியும் நிலையில் (Diastolic) ஏற்படுத்துகிறது. இந் நோயுள்ள குழந்தைகளிடம் 1 மில்லி கிராம் அளவி லேயே இம்மருந்து இம்மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. க்லோனிடின் (Clonidine) நிறுத்து நிலையின் போதும், ஒற்றை அமீன் ஆக்சிஜனேற்றி அடைப்பிகள் (Mono amino oxidase inhibitors) பரிவு நரம்பு மண்டல ஊக்கி அமீன்களுடன் இணைந்து செயலாற்றும் அபாயகர மான கட்டங்களின் போதும், இம்மருந்து உயிர்காப் பானாகப் பயன்படுகிறது.

3. பிரசோசின் (Prazosin), மினிபிரஸ் (Minipress)

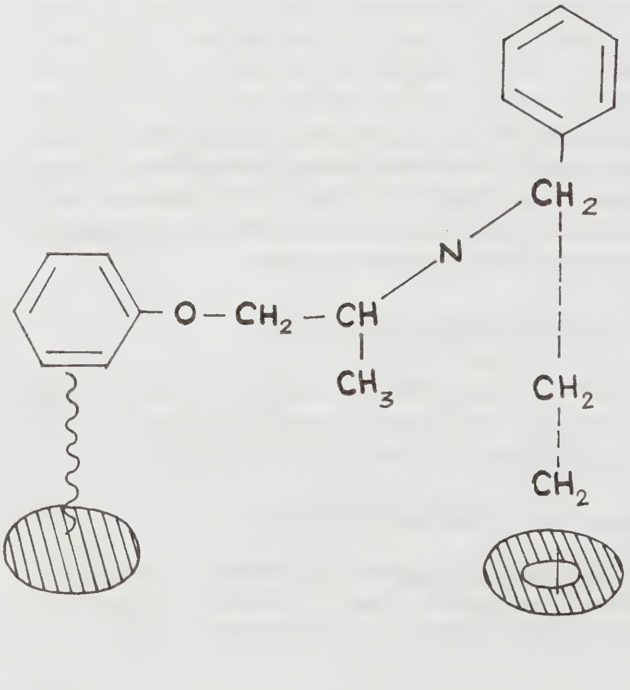
இம்மருந்து மிகவும் சக்தி வாய்ந்த ஆல்பா-1 அட் ரினல் ஏற்பி அடைப்பியாகும். இம்மருந்தால் இரத்த அழுத்தம் குறைவதற்கு, இதய அதிவேக இயக்கம் நிகழ் வதில்லை. இம்மருந்து ஈரலில் பெருமளவு வளர்சிதை

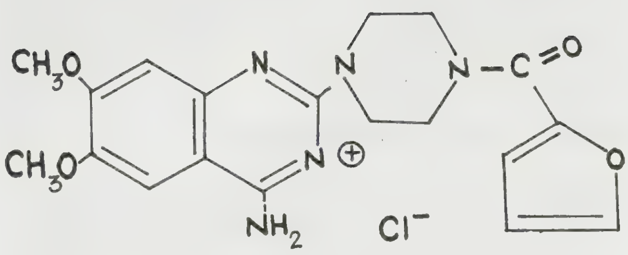
வேதியியல் மாற்றம் பெற்று நடுவில் எதிலின் - இம்மோனியம் அயனியாக மாற்றம் பெறுகிறது.

ஆல்பா-அட்ரினலின் ஏற்பியுடன் போட்டி எதிர்வினையாற்றல்



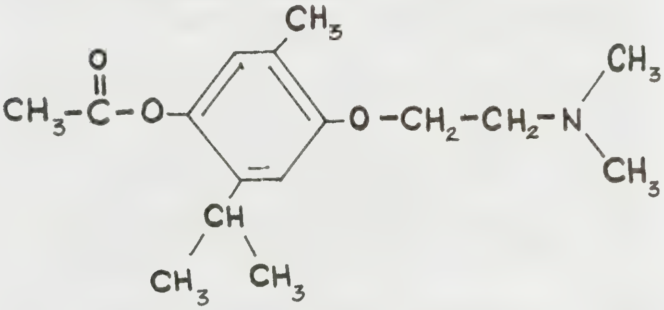
ஃபீனாக்ஸிபென்சமின் அணுக்கூட்டமைப்பு, ஆல்பா அட் ரினல் ஏற்பியுடன் ஓர் அங்கமாக மாறி அடைத்தல்





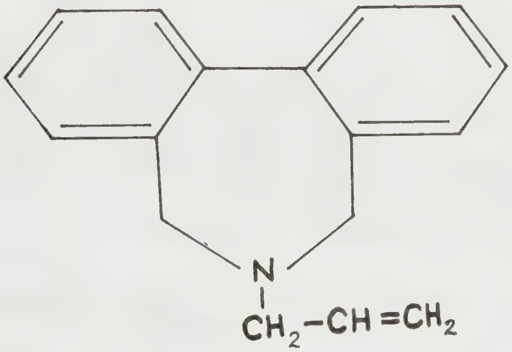
வினை மாற்றம் அடைகிறது. முதலில் இம்மருந்தால் விளையும் அழுத்தக் குறைவு காரணமாக உண்டாகும் மயக்க நிலையைத் (Syncope) தடுக்க 1 மி.கி. அளவிலேயே பயன்படுத்தப்படுகிறது. பிறகு சிறிது சிறிதாக நோயாளியின் அதி இரத்த அழுத்தக் குறைப்பிற்கேற்ப அளவை அதிகப்படுத்தலாம்.

4. **பீனாக்ஸி ஆல்கைலமின்கள்** (Phenoxy Alkylamines)



இவ்வகை மருந்துகளில் தைமாக்ஸமினைச் (Thymoxamine) சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். இம்மருந்திற்கு இரத்த நாள விரிப்புக் குணத்தோடு பல வீனமான இஸ்டமின் எதிர்ப்புத் திறனும் (Antihistamine) உண்டு.

5 **டைபன்சசிபைன்கள்** (Dibenzazzepines)

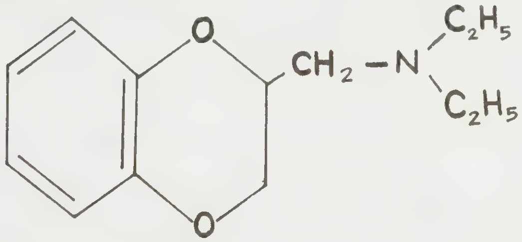


இவ்வகை மருந்துகளில் மருத்துவத்தில் பயன்படும் அசபெடினைச் (Azapetine) சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். இம்மருந்தின் மூலக்கூறமைப்பு திரிச் சக்கர எதிர் உள இறக்கிகள் (Tricyclic antidepressants) அணுக்கூட்டமைப்பை ஒத்திருக்கிறது. இவற்றிற்கு ஆல்பா ஏற்பிகளை அடைக்கும் திறனும் உண்டு.

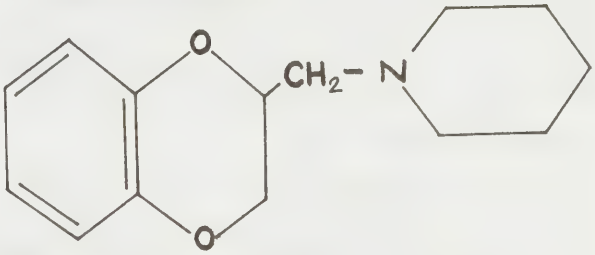
6. **பென்சோடையாக்ஸான்கள்** (Benzodioxanes)

இவ்வகையில் புரோசிம்பால் (Prosympal), பிப்பராக்ஸான் (Piperoxane), டைபோசேன் (Dibozane) என மூன்று மருந்துகள் உண்டு. இவற்றில் பிப்பராக்ஸான், பென்டோலமின் போல் பியாக்ரோமோ சைட்டோமா நோயியல் நிலையுணரவும், இரத்த அதி அழுத்த நெருக்கடியிலிருந்து (Hypertensive crisis) காக்கவும் முன்பு பயன்பட்டன.

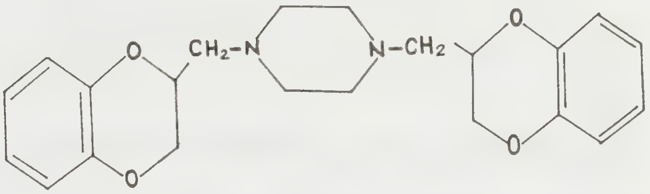
புரோசிம்பால் = Prosympal



பிப்ராக்ஸான் = Piperoxane



டைபோசேன் = Dibozane



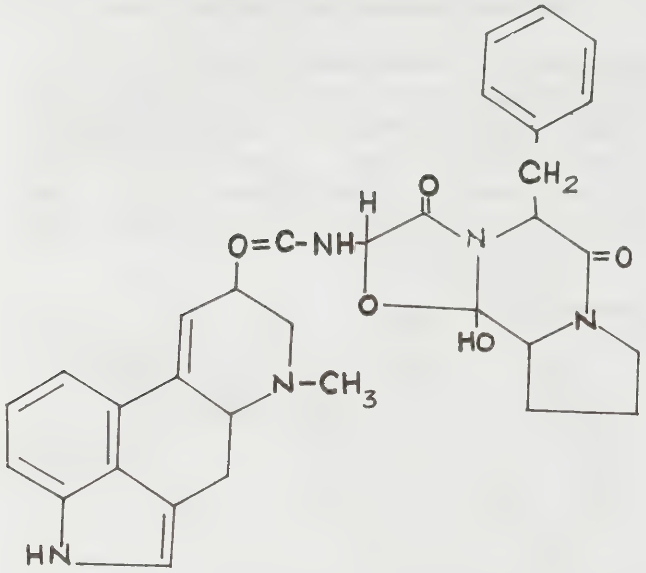
7. **எர்காட் அல்கலாய்டுகள்** (Ergot Alkaloids)

இவ்வகையில் எர்கோட்டமின் (Erogtamine), டைஹைட்ரோ எர்கோட்டமின் (Dihydro ergotamine) என்ற இவ்விரண்டை முக்கியமாகக் கூறலாம்.

எர்கோட்டமின்

இம்மருந்தே மருந்தியல் ஆய்வில் முதன் முதலில் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆல்பா-அட்ரினலின் ஏற்பி அடைப்பியா

கும். இதற்கு ஆல்பா-அட்ரினலின் ஏற்பியைத் தூண்டும் சக்தியும் மிகச் சிறிய அளவு உண்டு. இதற்கு செரோடோனின் ஏற்பிகளை (Serotonin receptors) அடைக்கும் சக்தி சிறிதளவும், தூண்டும் சக்தி அதிக அளவும் உண்டு.



இம்மருந்து ஒற்றைத் தலைவலியைக் (Migraine headache) குணப்படுத்தவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்மருந்து, வயிற்றைக் குமட்டல், வாந்தி, வெளி நாள மண்டல அடைப்பு நோய் நிலைகள் ஆகியவற்றை விரும்பா விளைவுகளாக உண்டாக்கவல்லது.

டைஹைட்ரோ எர்கோட்டமின்

இம்மருந்தை இயற்கையில் விளையும் எர்கோட்டமினிலிருந்து மருந்தாக்கியல் வல்லுநர்கள் ஆய்வுக்கூடத்தில் தயாரிக்கின்றனர். இதற்குக் கருப்பையைத் தூண்டும் திறன் (Oxytocic activity), இரத்த நாளத்தை இறுக்கும் திறன் (Vasoconstrictor activity) ஆகியன மிகச் சிறிதளவே உண்டு. எர்கோட்டமினோடு ஒப்புநோக்கும்போது இதற்கு மிக அதிக அளவு ஆல்பா-அட்ரினல்-ஏற்பி அடைப்புத் திறனுண்டு. இதுவும் ஒற்றைத் தலைவலியைக் குணப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. இதனால் அதிக விரும்பா விளைவுகள் இல்லை.

பீட்டா-அட்ரினலின்-ஏற்பி அடைப்பிகள் (Beta-Adrenergic-Receptor Blocking Drugs)

பீட்டா-அட்ரிலினன் ஏற்பி தடுப்பிகள், பீட்டா-அட்ரினலின் ஏற்பிகளை அடைத்து, கேட்டிகோலமீன்கள் (Catecholamines) போன்ற பீட்டா ஏற்பித் தூண்டிகளின் ·(Beta-Receptor Stimulants) செயல் வன்மையைத் தடுக்கின்றன.

பீட்டா-அட்ரினலின்-ஏற்பி அடைப்பிகளின் மருந்தியல் குணங்கள்

இவற்றின் மருந்தியல் குணங்கள் பீட்டா-அட்ரினலின்-ஏற்பி தடுப்பிகள் திறன், பீட்டா-அட்ரினலின்-ஏற்பி-பகுதி தூண்டு திறன். (Bata adrenergic partial agonistic activity), உடலின் குறித்த பகுதி-உணர்விழக்கச் செய்யும் திறன் (Local anaesthetic action) இவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டே அமைந்துள்ளன.

இதயத்தின் மீது இவற்றின் இயக்கம்

இவை இதயத்தின் துடிப்பு வேகத்தையும், துடிப்புச் சக்தியையும் குறைக்கின்றன. இது இதயத்தின் பீட்டா-1 ஏற்பிகள் அடைபடுவதால் விளைவது. இதய மேலறை கீழறைகளின் இடை மின் கடப்பின் வேகம் பெருமளவு குறைவதால், இதய மின்னலை வரைபடத்தில் (Electro cardiogram) இடைவெளி பெரிதாகத் தெரிகிறது.

இரத்த நாள மண்டலத்தில் இவற்றின் செயலாற்றல்

இதயத்தின் மீது செயல்பாடு, ரெனின்- ஆன்ஜியோடென்சின் மண்டலத்தின் (Renine-angiotensin system) மீது செயல்பாடு (இம்மருந்துகள் ரெனின் விடுவிக்கப்படுவதை எதிர்க்கின்றன), மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் மீது செயல்பாடு ஆகியன இணைந்து இரத்த அழுத்தத்தைப் பெருமளவு குறைக்கின்றன.

பீட்டா-ஏற்பிகள் பொதுவாக அடைபடும்போது, பீட்டா-2 வகை ஏற்பிகளும் (இவ்வகை ஏற்பிகள் வெளிப்புற இரத்த நாளங்களை விரித்து இரத்தச் சுழற்சியைக் கூட்டுகின்றன) அடைபடுகின்றன. இதனால் ஆல்பா-ஏற்பிகளில் நாள இறுக்க வினைத் திறன் எதிர்ப்பில்லாமல் கூடுகிறது.

மூச்சு மண்டலத்தின் மீது இவற்றின் செயலாற்றல்

பீட்டா-2 வகை ஏற்பிகள் அடைபடும்போது நுரையீரல்-நுண்ணறைகள் (Bronchioles) விரியும் தன்மையை இழக்கின்றன. எனவே, காற்று வழியில் எதிர்ப்பு கூடி, ஆஸ்துமா (Asthma)வை விளைவிக்கின்றன.

கண்ணின் மீது

பீட்டா-அட்ரினலின்-ஏற்பி அடைப்பிகள், கண்ணுள் நீர்ம அழுத்தத்தைக் (Intraocular pressure) குறைக்கின்றன. இதற்கு நீர்ம வேதி (Aqueous humour) குறை அளவில் உற்பத்தியாவதும், அதிக வேகத்தில் வெளியேறுவதும் தான் காரணமாக இருக்கக்கூடும் என மருந்தியல் அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

இவற்றின் நாளமில்லா மண்டல (Endocrine system), **வளர்சிதை வினைமாற்றச் செயலாற்றல்கள்**

பரிவு நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டுவதால் ஏற்படும் கொழுப்புச் சிதைவை (Lipolysis) இம்மருந்து

கள் தடுக்கின்றன. கல்லீரலிலிருந்து கிளைகோஜன் சிதைந்து (Glycogenolysis) குளுகோஸ் வெளிப்படு தலைத் தடுக்கிறது. க்ளுக்காகோன் (Glucagon) இரத்தச் சர்க்கரை மட்டம் குறைதலைத் தடுக்கும் முக்கிய நாளமில்லாச் சுரப்பியாகும். சர்க்கரை நோயாளிகள் குளுக்காகோன் சேமிப்பைத்(Glucagon-reserve) தேவையான அளவுகொண்டிராததனால்இவர் களுக்கு பீட்டா-ஏற்பிகள் ஓரளவு கிளைகோஜனைச் சிதைத்து, இரத்தச் சர்க்கரை அளவு குறையும் போது, சமன் செய்யத் துணைபுரிகின்றன. ஆகவே, சர்க்கரை நோயாளிகளுக்கு பீட்டா-ஏற்பி அடைப்பிகளை அளிக்கும் போது கவனம் தேவை. கவனம் இன்றி பயன்படுத்தினால் இரத்தச் சர்க்கரை மட்டம் தாள முடியாத அளவிற்குக் குறைந்து, பெருந்துன்பம் நேரலாம்.

பீட்டா-ஏற்பி-பகுதித் தூண்டுதிறன்
(Partial Beta Receptor Agonistic Activity)

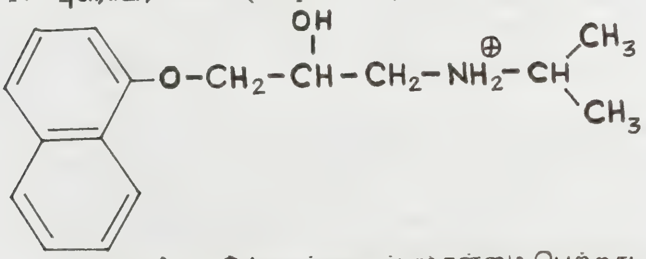
இம்மருந்துகளின் இச்செயல் விரும்பத்தக்கதே. ஆஸ்த்துமா ஏற்படாமல் இது தடுக்கிறது.

உடலில் குறித்த பகுதி உணர்விழக்கச் செய்யும் திறன்
(Local Anaesthetic Action)

சவ்வு நிலை நிறுத்தும் வினை (Membrane stabilizing action) என்றும் இதைக் கூறுவர். இதனால் நரம்பு வினைத் தூண்டு விசை (Nerve action potential) பரவாமல் தடுக்கப்படுகிறது. இம்மருந்துகள் உடலில் மிகவும் குறைந்த அடர்வே (Concentration) எய்துவ தால் இவ்வினை அவ்வளவு முக்கியமன்று.

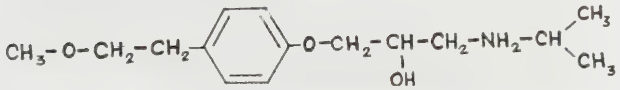
பீட்டா-அட்ரினலின்-ஏற்பி அடைப்பிகள்

1. **புரொபிரனலால்** (Propranolol)



இவ்வகையில், இம்மருந்துதான் முதன்மை பெற்றது. பல ஆண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுவருவதால் 'ஆற்றல் உள்ளது', பாதுகாப்பானது எனப் பெயர் பெற்றது. ஆன்ஜைனா (Angina) மார்வலிக்கு 10 மி·கி. ஒரு நாளைக்கு 3-4 முறை வரை அளிக்கப்பட்டு, நோயாளியின் தேவைக்கேற்ப 160 மி.கி. முதல் 240 மி.கி. வரை நன்கு பிரிக்கப்பட்ட அளவுகளில் அளிக்கப் படுகிறது. இரத்தஅதிஅழுத்தம், பெருவளர்ச்சி, பெருந்த மனி-அடிநெருக்கம் (Hypertrophic subaortic stenosis) போன்ற நோய் நிலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

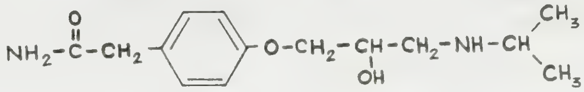
2. **மெட்டோபுரோலால்** (Metoprolol)



இம்மருந்து அட்ரினல் பீட்டா-1-வகை ஏற்பி அடைப் பியாகும். ஆஸ்துமா நோயாளிகளிடையே இதைப் பாது காப்பாகப் பயன்படுத்தலாம். இது இரத்த அதி அழுத்த நோயைக் குறைக்கும் மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. 50 மி.கி. வரை ஒரு நாளைக்கு இருமுறை தயஸைட் நீரிறக்கியுடன் (Thiazide diuretic) பயன்படுத்தப் படுகிறது.

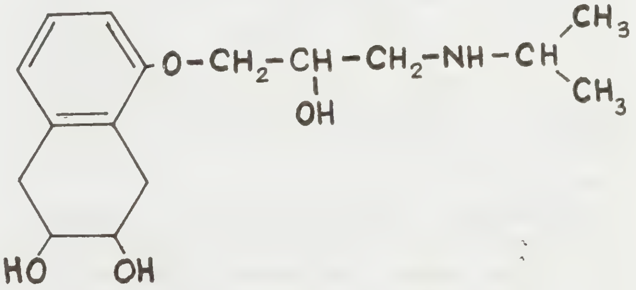
3. **அடினோலால்** (Atenolol)

இம்மருந்தும் மெடோபுரோலால் போன்ற வினை யாற்றலை உடையது.

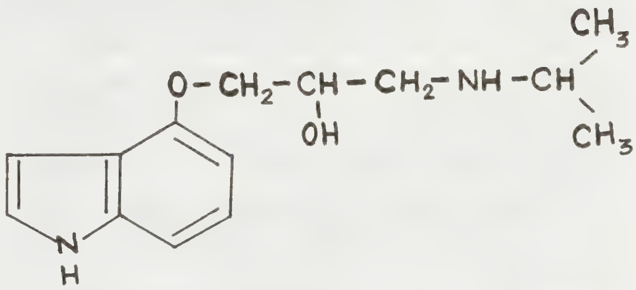


4. **நாடோலால்** (Nadolol)

இவ்வகை மருந்துகளிலேயே இது நீண்ட நேர வினை யாற்றலை உடையது. (மருந்தின் ½ வாழ்க்கை 14 மணி முதல் 24 மணி வரை). இது பொதுவாக, பீட்டா அட்ரினலின் அடைப்பியாகும். இதற்கு ''சவ்வு நிலை நிறுத்தும் திறன்'' சற்றும் கிடையாது.

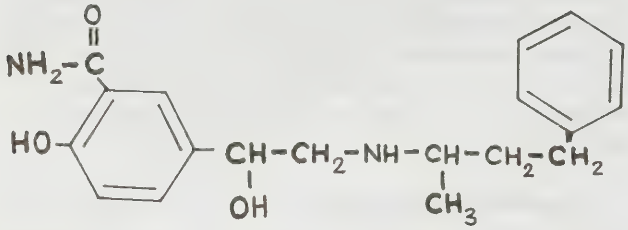


5. **பின்டோலால்** (Pindolol)



இம்மருந்திற்குப் பெருமளவு பீட்டா-ஏற்பி அடைக்கும் திறனுண்டு. மேலும், இதற்கு 100% 'உயிரிய கிடைப்பு' உண்டு (Bio availability). இது இரத்த அதி அழுத்தம், ஆன்ஜைனா ஆகிய நோய் களில் பயன்படுகிறது.

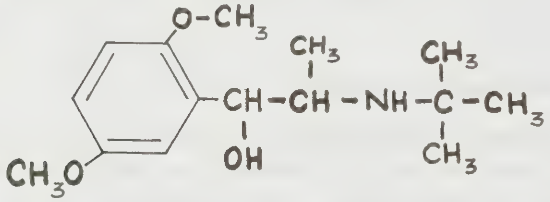
6. லபிட்டோலால் (Labetalol)



இம்மருந்திற்கு ஆல்பா-1 ஏற்பியையும் பொது, பீட்டா ஏற்பிகளையும் ஒருங்கே அடைக்கும் திறன் உண்டு. இதனால் விளையும் குறைஇரத்த அழுந்தத்துடன் இதய அதிவேக இயக்கம் கூடி வருவதில்லை.

குறிப்பான பீட்டா-2 வகை ஏற்பி அடைப்பிகள்
(Selective Beta 2 - Blocking Drugs)

பூடாக்ஸ்மீன் — Butoxamine



இம்மருந்துகளுக்கு மருத்துவப் பயனில்லை ஆதலால், இவை பற்றிய ஆய்வு அவ்வளவாக நடைபெறுவதில்லை. இவ்வகை மருந்துகள் மருந்தியல் ஆய்விற்கே பயன்படுகின்றன. ஐஸோபிரினலின் (Isoprenaline) இதய இயக்க அதிகரிப்புத் தன்மையைப் பாதிக்காமல், இரத்த நாள விரிப்பு, வரியற்ற நுண்தசை இளைப்பாறல் ஆகியவற்றை (Smooth muscle relaxation) மட்டும் அளிக்கின்றது, எடுத்துக்காட்டாக பூடாக்ஸிமினைக் கூறலாம்.

ஆர்.த.

நூலோதி

1. **F.H.Meyers, E.Jaivetry and A.Goldfien**- *Review of Medical (Jawetz) Pharmacology*. Both Editions Lange Medical publication 1978 pp 94-100
2. **B.G Katzung**-*Basic and Clinical Pharmacology:* Lange Medical Publications, Marizen Asia, 1982. pp. 82-90.
3. *American Medical Association: Department of Drugs and Drug Evaluations*-Fourth Edition-John Willey and Sons Inc. New York 1980.
4. **W.C. Bouman and M.J. Rand.** *Text Book of Pharmacology*, Second Edition Balckwell Scientific Publications 1980. pp. 11.40-11.49.
5. *Advances in Drug Research:* Vol. 3 Academic Press.
6. *Annual Review of Pharmacology* 1965.

அட்ரோபின்

இந்த அல்கலாய்டு ஊமத்தைச் (Atropa bellodonna) செடியின் தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் மிகச்சிறிய அளவில் இருக்கின்றது. இந்தச் செடியிலிருந்து வடிக்கும் சாற்றைக் காரத்தைப் (base) பயன்படுத்திக் கொண்டு பிரித்தெடுக்கிறார்கள். கிடைக்கிற அல்கலாய்டை ஆக்சாலிக் அமிலத்துடன் சேர்த்துக் கிடைக்கின்ற ஆக்சலேட் உப்பைப் பின்னப்படிகமாக்குதல் (fractional crystallisation) முறையில் சுத்தப்படுத்தி மீண்டும் அந்த உப்பைக் காரத்துடன் சேர்த்துக் கிடைக்கின்ற அட்ரோபினைத் தூய்மைப்படுத்தலாம்.

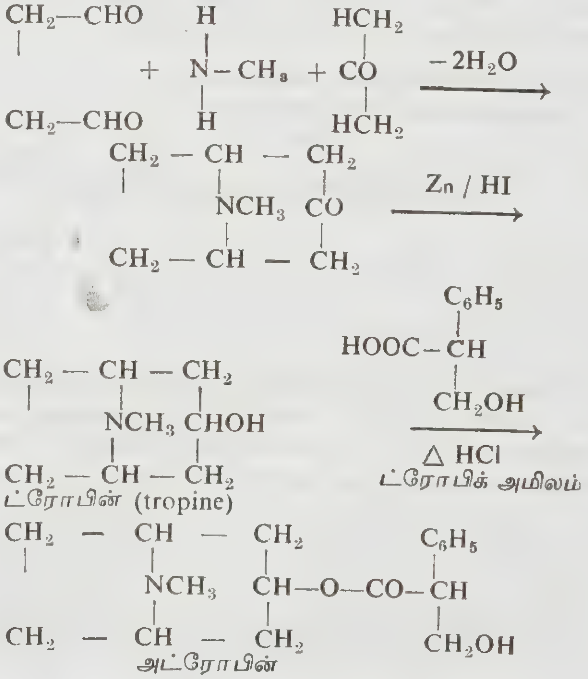
பண்புகள்

அட்ரோபின் நிறமற்ற படிகம். அதன் உருகுநிலை 116-117°C. காரத்தன்மையுள்ள அட்ரோபின் ஒளியைச் சுழற்றும் தன்மையற்ற (optically inactive) ஒரு பொருள் இதன் முக்கிய பயன் கண் மருத்துவத்தில்தான். இந்த அல்கலாய்டைச் சிறிதளவு கரைசல் மூலம் கண்களிலிட்டால் கண்மணி விரிந்து கண்களிலுள்ள தசைகள் செயலிழக்கின்றன. இது தவிரச் சில சமயங்களில் இது குடல்வலியைக் குறைப்பதற்கும் (antispasmodic) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அமைப்பு

அட்ரோபினுடைய அமைப்பைக் கண்டறியப் பல வேதியியல் வல்லுநர்கள் ஆராய்ச்சிகள் செய்தார்கள். இவற்றில் மிகவும் முக்கியமானது சர் ராபர்ட் ராபின்சன் செய்த ஆராய்ச்சி. இந்த ஆராய்ச்சிகள் அவருக்கு நோபல் பரிசு கிடைத்தற்கு ஏதுவாய் இருந்த ஆராய்ச்சிகளில் ஒருவகை எனலாம்

அட்ரோபின், ட்ரோபின் (tropine) என்ற மூலக்கூறும், ட்ரோபிக் அமிலம் (tropic acid) என்ற மூலக்கூறும் சேர்ந்து கிடைக்கும் எஸ்டர் என்று கண்டறியப்பட்டது. ஆகையால் ட்ரோபினுடைய அமைப்பும், ட்ரோபிக் அமிலத்தினுடைய அமைப்பும் தெரிந்தால் அட்ரோபினின் அமைப்பு தானாகவே வெளிப்படும். இதைத் தொகுப்புமுறையில் கீழ்க்கண்டவாறு உறுதிப்படுத்தலாம்.

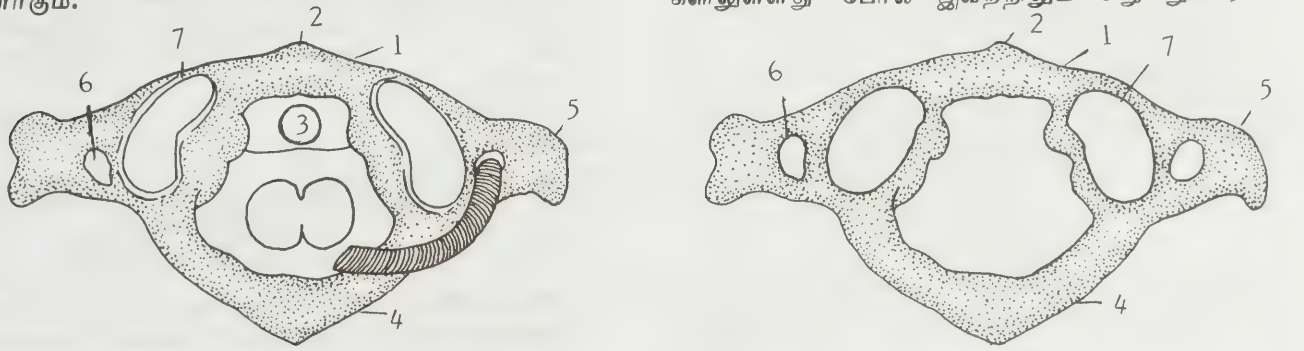


நூலோதி

1. **Finar I.L.** *Organic Chemistry*, Vol II ELBS, London 1975.
2. **Bahl B S., Bahl, Arun.** *Advanced Organic Chemistry*, Second Edition, 1983.

அட்லாசும் அச்செலும்பும்

நம் உடலில்-மண்டை எலும்பும், முதல் முதுகு முள் எலும்பும் கூடும் இடம் ஒரு முக்கிய மூட்டாகும். இம்மூட்டு பிடரி எலும்புக்கும் அட்லாசுக்கும், அட்லாசுக்கும் அச்செலும்புக்கும் இடையில் உள்ள இம்மூட்டு மண்டையைத் தாங்குவதோடு தலையை அசைக்கவும் முக்கிய மூட்டாகும். இதில் அட்லாஸ்-அச்செலும்பு இரண்டும் முதன்மையான எலும்பு களாகும்.



படம் 1

அட்லாசு

கிரேக்கப் புராணத்தில் அட்லாசு என்னும் அரசன் ஜீயெஸ் (Zeus) எனும் தெய்வத்தை எதிர்த்துப் புரட்சி செய்ய முற்பட்டதால் அத்தெய்வத்தின் கோபத்திற்கு ஆளாகிப் பூமி உருண்டையைத் தன் தோள்களின் மீது சுமந்து கொண்டிருக்க வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது. அட்லாசு எனும் எலும்பு, கபால உருண்டையைச் (Globe of the skull) சுமந்து கொண் டிருப்பதால் அதற்கு இப்பெயர் மிகப் பொருத்தமே.

அட்லாசு என்பது முதுகெலும்பின் (Vertebral column) கழுத்துப் பாகத்திலுள்ள முள்ளெலும்புகளில் (Cervical Vertebrae) முதல் எலும்பாகும். கழுத்துப் பாகத் திலுள்ள மற்ற முள்ளெலும்புகளிலிருந்து அட்லாசு உருவத்தில் பெரிதும் மாறுபட்டுக் காணப்படுகிறது.

1) மற்ற எலும்புகளுக்கு உள்ளது போல இதற்கு உடல் (Body) பாகம் கிடையாது. இதனுடைய உடல் அச்செலும்பின் உடலுடன் ஒட்டி ஒடண்டாய்ட் முள்ளாகக் (Odontoid process) காணப்படுகிறது

2) மற்ற முதுகெலும்புகளின் பின்பாகத்திலிருந்து நீண்டு காணப்படும் 'ஸ்பைன்முள்' (spinous process) இதில் இல்லை.

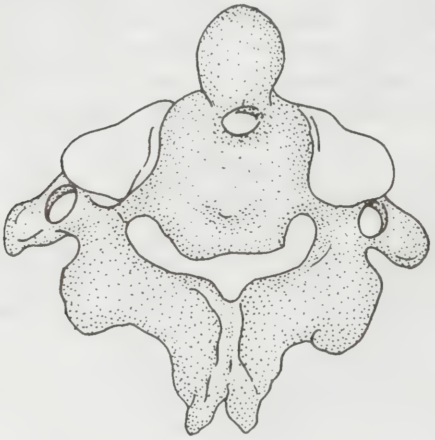
அட்லாசு பார்வைக்கு ஓர் எலும்பு வளையத்தைப் போலத் தோற்றம் அளிக்கின்றது. அதன் முக்கிய பாகங்களைப் படம்-1இல்' காணலாம். (1)முன்வளைவு (Anterior arch). (2) முன்மொட்டு (Anterior tubercle) முன் வளைவில் நடுவிலிருந்து முன்னோக்கி மொட்டுப் போல நீட்டிய வண்ணம் காணப்படுகிறது. (3) முள் வளைவின் பின் பாகம் ஒடண்டாய்ட் முள்ளின் முன்புறத்துடன் இணைவதற்கேற்ற வட்டவடிவமான இணைப்புப் பரப்பினைக் கொண்டுள்ளது. (4) பின் வளைவு (posterior arch) ; இதன் நடுவிலிருந்து பின் மொட்டு (posterior tubercle) பின் நோக்கித் தடித்துக் காணப்படுகிறது. (5) அட்லாசின் இரண்டு பக்கங்களி லும்' பக்கவாட்டு முள்கள்' (Transverse processes) உள்ளன. மற்ற கழுத்துப் பாக முள்ளெலும்பு களிலுள்ளது போல் இவற்றிலும் சிறு துவாரங்கள் (Foramen transversarium) உள்ளன. இத்துவாரங்கள் வழியே முள்ளெலும்புத் தமனி (Vertebral artery) மேல் நோக்கி வந்து உட்பக்கமாக அட்லாசின் பின் வளைவின்மேல் குறுக்குவசமாகச் செல்கின்றன. (6) இந்தத் துவாரங்கள் முள்ளெலும்புத் தமனித் துளை கள் எனப்படும். (7)அட்லாசின் இரு பக்கங்களிலும் 'பக்க வாட்டுத் திரள்கள்' (Lateral masses) காணப்படுகின் றன. இவற்றின்மேல், கீழ்ப்பாகங்களில் அண்மையிலுள்ள எலும்புகளுடன் மூட்டுக்களாக இணைவதற்கு ஏற்ற இணைப்புப் பரப்புகள் காணப்படுகின்றன. மேல் பாகத்திலுள்ள இணைப்புப் பரப்பு கபால பின் மண்டை எலும்புடன் இணைவதற்கு ஏற்றவாறு சிறுநீரக வடிவில் (kidney shaped) சற்றுக் குழிவாகக் காணப் படுகின்றது. கீழ் இணைப்புப் பரப்புகளோ அச்செலும்புடன் இணைவதற்கு ஏற்றவாறு வட்ட வடிவில் சமதளமாக உள்ளன.

அட்லாசு வளையத்திற்குள் தண்டுவடம் (Spinal cord) பின்னாலும், ஒடண்டாய்ட் முள் முன்னாலு மாகக் காணப்படுகின்றன. இவை இரண்டிற்கும் இடையே அட்லாசின் குறுக்கு இணைப்பு நாண் (Transverse ligament of the atlas) பக்கவாட்டுத் திரள்களை இணைத்த வண்ணம் குறுக்காக உள்ளது.

அச்செலும்பு

இது கழுத்துப் பாக முதுகெலும்புகளில் (முள்ளெலும்புகளில்) இரண்டாவதாகும். கபால உருண்டையைத் தாங்கிய அட்லாசு பக்கவாட்டில்

இடமிருந்து வலமாகவும், வலமிருந்து இடமாகவும் சுழல, இவ்வெலும்பின் ஓடண்டாய்ட் முள், இருசு அல்லது அச்சுப் போல அமைத்திருப்பதால் இதனை அச் செலும்பென்றும், இருசெலும்பென்றும் கூறுதல் பொருத்தமாகும்.



படம் 2.

அச்செலும்பின் உடல் பாகத்தின் மேற்புறத்தில் முன்பு கூறியபடி பல்லைப் போன்ற ஒரு முனை மேல் நோக்கி நீட்டிக் கொண்டிருக்கிறது. இது ஓடண்டாய்ட் முள் எனப்படும். இது அட்லாசின் உடலேயாகும். அட்லாசின் உடல் அச்செலும்பின் உடலின் மேல் பாகத்துடன் இணைந்துவிட்டதாகக் கருதலாம். ஓடண்டாய்ட் முள்ளின் முன்புறத்தில் வட்டவடிவமான இணைப்புப் பரப்பு உள்ளது. இது அட்லாசின் முன் வளைவின் பின்புறத்தில் காணப்படும் இணைப்புப் பரப்புடன் மூட்டாக இணைய உதவுகிறது. ஓடண் டாய்ட் முள்ளின் பின்புறம் அட்லாசின் 'குறுக்கு இணைப்பு நாண்' உள்ளது.

ஓடண்டாய்ட் முள்ளின் இரு பக்கங்களிலும் வட்ட வடிவமான இணைப்புப் பரப்புகள் உள்ளன. அவை அட்லாசின் பக்கவாட்டுத் திரள்களின் கீழ்ப்புறத் திலுள்ள இணைப்புப் பரப்புகளுடன் இணைய உதவுகின்றன. அச்செலும்பின் உடலின் கீழ்ப்பாகத் திலுள்ள இணைப்புப் பரப்பு கழுத்துப் பாக முதுகெலும் புகளில் மூன்றாவதுடன் (3rd Cervical Vertebra) இணைகின்றது.

பக்கவாட்டு முள், அச்செலும்பில் மிகவும் சிறிய தாகவும், மற்ற கழுத்துப் பாக முள்ளெலும்பு களிலுள்ளதைப் போலத் துவாரங்களைக் கொண்ட தாயுமுள்ளது இத்துவாரங்கள் வழியே முள்ளெலும்பு தமனி மேல் நோக்கிச் செல்லுகின்றது.

அச்செலும்பின் ஸ்பைன்முள் மிகப் பெரியதாயும், திரட்சியாகவும் உள்ளது. அதன் நுனிப் பாகம் மற்ற கழுத்துப் பாக முதுகெலும்புகளைப் போலவே இரண்டாகப் பிரிந்து காணப்படுகிறது.

தூக்கில் தொங்கும்போது, ஓடண்டாய்ட் முள் உடைந்து, அட்லாசின் குறுக்கு இணைப்பு நாணைப் பிய்த்துக் கொண்டு பின் நோக்கி மூளையின் கீழ்ப் பகுதியான மெடுல்லாவை (Medulla oblongata) அழுத்துவதால் சாவு உடனே ஏற்படுகிறது.

அட்லாசு அச்செலும்புகளில் அழற்சி ஏற்படுவதால் தலையை ஒருபுறமாகத் திருப்பும்போது முள்ளெ லும்புத் தமனி அழுத்தப்படுகின்றது. இதனால் மூளைக்குச் செல்லும் இரத்த ஓட்டம் பாதிக்கப்பட்டு, மயக்கம், கண் இருண்டு போதல் போன்றவை ஏற்படலாம்.

டி.எஸ்.ரெ.

நூலோதி

1. **R. M. H. M. C Minn & R. T. Hutchings** *A Colour Atlas of Human Anatomy,* Wolfe Medical Books, London - W - 1 - 1983.

2. **Moll J.M.H,** (1978); *Copeman's Text Book of the Rheumatic Diseases,* 5th Edition, Churchill Liningston, London, New York.

3. **Duthie Robert B., George Bentley,** *Mercer's Orthopaedic Surgery,* 8th Edition, Arnold-Heinemann - 1983.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடல்

அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் உலகப் பெருங்கடல்களில் இரண்டாவதாகக் கருதப்படுகிறது. இப்பெருங்கடல் கிழக்கே ஐரோப்பிய, ஆப்பிரிக்க கண்டங்களுக்கும், மேற்கே வடதென் அமெரிக்கக் கண்டங்களுக்கும் இடை யில் அமைந்துள்ளது. வடக்கே ஆர்க்டிக் கடலிருந்து தெற்கே அண்டார்க்டிக் கடல் வரை சுமார் 14, 400 கி. மீ. தூரம் பரவியிருக்கும் இப்பெருங்கடல் 'S' போன்ற வடிவுடையது. இதன் பரப்பு ஏறக்குறைய 82,400,000 ச.கி. மீ. இதன் துணைக்கடல்களையும் சேர்த்தால், இப்பெருங்கடல் பரப்பு 106,400,000 ச. கி. மீ. ஆகும். இதன் பெரும அகலம் (6, 640 கி. மீ.); சிறும அகலம் (2,575 கி. மீ) தென் மேற்கு செனெ கல்லுக்கும் கிழக்குப் பிரேசிலுக்கும் இடையில் காணப் படுகின்றன. இப்பெருங்கடலின் சராசரி ஆழம் 3660 மீ, பெரும ஆழம் 8540 மீ.

புவி நடுவரைக்கு வடக்கிலுள்ள இப்பெருங்கடலின் பகுதியை வடக்கு அட்லாண்டிக் பெருங்கடலெனவும், தென் பகுதியைத் தென் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலென வும் பிரித்துள்ளனர். வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் பல துணைக் கடல்களை உடையதாகவும் வடக்கில் மிகக் குறுகியதாகவும் காணப்படுகிறது. தென் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் ஹார்ன் முனைக்கும் தென் ஆப்பிரிக்காவிற்கும் உள்ள இடைவெளி ஏறக் குறைய 6344 கி. மீ. ஆகும்.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் நார்வே கடல், கிரீன் லாந்து கடல், டேவிஸ் நீர்ச்சந்தி, பேஃபின் விரிகுடா ஆகியவற்றின் வழியாக ஆர்க்டிக் பெருங்கடலுடனும், டிரேக் நீர் வழி (Drake Passage), மகெல்லன் நீர்ச்சந்தி, பனாமா கால்வாய் ஆகியவைகளின் மூலம் பசிபிக் பெருங்கடலுடனும், தெற்கில் அண்டார்டிக் பெருங் கடலுடனும், கிழக்கில் ஜிப்ரால்டர் நீர்ச்சந்தி, மத்திய தரைக்கடல் செங்கடல், அரபிக்கடல் ஆகியவற்றின் வழியாக இந்தியப் பெருங்கடலுடனும் இணைந் துள்ளது.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் மேற்குப் பகுதியில் ஹட்சன் நீர்ச்சந்தி வழியாக ஹட்சன் வளைகுடா, ஃபுளோரிடா நீர்ச்சந்தி வாயிலாக மெக்சிகோ வளை குடா, கரீபியன் கடல் ஆகியவை இணைந்துள்ளன. கிழக்குப் பகுதியில் ஆங்கிலக் கால்வாய், பிஸ்கே வளை குடா, ஆகிளி வளைகுடா ஆகியவை இணைந்துள்ளன. செயின்ட்லாரன்ஸ், மிசிசிபி, ஒரினோகோ, அமேசான் ஆகிய முக்கிய ஆறுகள் மேற்கிலும், ஆரஞ்சு, காங்கோ நைஜர் ஆகிய முக்கிய ஆறுகள் கிழக்கிலும் இப்பெருங் கடலில் கலக்கின்றன.

கிரிஸ்டாஃபர் கொலம்பஸ் அட்லாண்டிக் பெருங் கடலில் பல பயணங்கள் மேற்கொண்டார். 1650ஆம் ஆண்டு இப்பெருங்கடலின் மேற்பரப்பு நீரோட்டங் களைப் பற்றி ஆராயப்பட்டது. ராஸ் என்பர் 1839-ஆம் ஆண்டு இக்கடலின் ஆழத்தை வரையறுத்தார். 1842-43 ஆம் ஆண்டுகளில் அமெரிக்க-கடற்படையைச் சார்ந்த முரே என்பவர் இக்கடலைப் பற்றிப் பல பயனுள்ள விவரங்களை வணிகக் கப்பல்கள் மூலம் திரட்டி னார். இப்பெருங்கடலின் 1600 கி. மீ. அகலமுள்ள நடு மலைமுகடு சர் விவில் தாம்சென் என்பவரால் கண்டறி யப்பட்டது. ஆழ்கடல் ஆய்வுக் கோளங்கள் பயன்படுத் தப்பட்டு, அட்லாண்டிக் பெருங்கடலைப் பற்றிய பல் வேறு விவரங்கள் தெரியவந்தன.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் வடகிழக்கு, தென் கிழக்கு, வடமேற்கு ஆகிய பகுதிகளைத் தவிர மற்றைய பகுதிகளிலுள்ள கண்டத்திட்டு குறுகியதாகவுள்ளது. வடகடல், பெரியதிட்டு, நியூஃபவுந்த்லாந்து ஆகிய பகுதி களில் கண்டத்திட்டின் அகலம் 200 மீட்டராகும். தென் கிழக்கு கிரீன்லாந்திலிருந்து வட ஸ்காட்லாந்து வரை காணப்படும் ஆழ்கடல் மலைமுகடு அட்லாண்டிக் கடலை ஆர்க்டிக் கடலிலிருந்து பிரிக்கிறது. ஜிப்ரால்டர் நீர்ச்சந்தியில் காணப்படும் சிறிய மலை முகடு அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் நீரும் மத்திய தரைக் கடலின் நீரும் கலப்பதைக் கட்டுப்படுத்துகிறது, அண்டார்க்டிக் வட்டத்திலிருந்து ஆரம்பமாகிற மலை முகடு நடு அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் படுகையைக் கிழக்கு மேற்காகப் பிரிக்கிறது. மற்றும் கிரீன்லாந்து-ஸ்காட்லாந்து மலைமுகடு, வால்விஸ் மலைமுகடு, ரியோ கிராண்டு மலைமுகடு ஆகியவையும் இப்பெருங் கடலில் உள்ளன. இப்பெருங்கடலின் அடித்தளத்தில் பல சமவெளிகளும் போர்டோ ரிகோ (Puerto Rico), மில்வாக்கீ (Milwaukee) ஆகிய ஆழ அகழிகளும் உள்ளன. லாப்ரடோர், நியூபவுந்த்லாந்து, கினி, கனரீஸ் வெர்ட்முனை, அகுலாஸ் ஆகியவை இப்பெருங்கடலடி யில் காணப்படும் குழிப்படுகைகளாகும்.

ஜான் மேயன், ஐஸ்லாந்து, அசென்ஷன், செபின்ட் ஹெலினா, டிரிஸ்டன் டா கன்ஹா ஆகிய தீவுகள் நடு அட்லாண்டிக் மலைகளுக்கடியிலிருந்தும், ஃபேரோ மடேய்ரா, ஃபெர்னாண்டோ பூ, பெர்னாண்டோ நொரொன்ஹா, டிரினிடார், கனேரி, அசோர்ஸ், வேர்ட், ஆகியவை மற்ற பகுதிகளிலுமிருந்தும் உருவா கிய எரிமலைத் தீவுகளாகும். பேர்முடா என்பது பவளத்தீவுகளாகும். ஸ்பிட்ஸ்பெர்கன், பேர் (Bear), பிரிட்டிஷ் ஃபாக்லாந்து, தென் ஜார்ஜியா ஆகியன கண்டங்களிலிருந்து நீட்சி பெற்ற தீவுகள்.

இப்பெருங்கடலின் மேற்பரப்புநீரின் வெப்பம் அங்குள்ள நீரோட்டத்தைப் பொறுத்துள்ளது. வட தென் அட்சரேகைப் பகுதியிலும் (10°—30°), கிழக்குத் திசையிலும் உள்ள மேற்பரப்பு நீரின் வெப்பம் மேற்கி லுள்ளதைவிட அதிகமாக உள்ளது. ஆனால் 30° வட அட்சரேகைக்கு வடக்கேயும் 30° தென் அட்சரேகைக்குத் தெற்கேயும் மேற்கிலுள்ள மேற்பரப்புநீர் கிழக்கிலுள்ள நீரைவிட வெப்பமாகவுள்ளது. வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் பகுதியில் ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெப் பம் குறைகிறது. ஆனால் தென் அட்லாண்டிக் பகுதி யில் சுமார் 1330 மீ. வரை வெப்பம் குறைந்தும், இதற்குக் கீழ் சிறிது கூடியும், 2165 மீ.க்குக் கீழ் மீண்டும் குறைந் தும் உள்ளது. தென் துருவத்திற்கு அருகிலுள்ள நீர் பனி உறையும் அளவுக்குச் செல்கிறது. மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை வளிமண்டலத்தை விட 1° செல்சியஸ் குறைவாகவே உள்ளது.

மற்ற பெருங்கடல் பகுதிகளில் காணப்படாத அள விற்கு வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் உவர்ப்பியம் உயர்ந்து (37 %) உள்ளது. வட அட்லாண்டிக் கடல் பகுதியின் உவர்ப்பியம் (35. 5 %) தென் அட்லாண்டிக் கடற்பகுதியினை விட (34. 5%) சிறிதளவு அதிகமாக வேயுள்ளது, மத்தியத்தரைக்கடலில் அதிக அளவு நீரா வியாதல் ஏற்படுவதால் அதன் உவர்ப்பியம் அதிகரிக் கிறது. அத்தன்மையான நீர் வட அட்லாண்டிக் பெருங் கடலில் கலப்பதால் இதன் நீரும் அதிக உவர்ப் பியத்தைப் பெறுகிறது.

வருடத்திற்குச் சுமார் 3, 000 கன கி.மீ. பனிப்பாறை கள் வடதுருவத்திலிருந்து கிரீன்லாந்து கடலை வந்தடைகின்றன. இவை உடைபட்டு மிதவை பனிப் பாறைகளாக பாஃபின் விரிகுடா வழியாக வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலை அடைகின்றன. அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் அதைச் சார்ந்த துணைக் கடல்கள் இவற்றின் படிவுகளில் 47 விழுக்காடு சுண்ணப்பொருளான குளாபிஜெனரனா அசும்பும் 5 விழுக்காடு சிலிகாவுடைய டயாட்டம் அசும்பும், 18 விழுக்காடு செங்களியும் காணப்படுகின்றன.

அண்டார்க்டிக் குவிதலுக்குத் தெற்கே டயாட்டம் அசும்பு அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. செங்களி மிக ஆழமான அர்ஜென்டைனா, ப்ரேசில் கடற்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றது. இக்கடலில் உறையும் பனிகட்டிகள் அவ்வப்போது உடைந்த நிலநடுக்கோட்டை நோக்கி நகரும் போது கடல் போக்குவரத்தும் மீன்பிடிப்பும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

ஃப்ளோரிடா, வளைகுடா, லாப்ரடோர், கனேரீஸ், இர்மிங்கர் முதலிய நீரோட்டங்களும், பெல்குவர், ஃபாக்லாந்து, பிரேசில் நீரோட்டங்களும், முறையே வட, தென் அட்லாண்டிக் பெருங்கடல்களின் முக்கிய நீரோட்டங்களாகும். ஃப்ளோரிடா, ஆன்டிலஸ் ஆகிய நீரோட்டங்கள் ஒன்றாக இணைந்து வளைகுடா நீரோட்டமாகப் பெருந்திட்டுப் பகுதியில் ஓடுகின்றன. இவ்வளைகுடா நீரோட்டம் பல கிளைகளாகப் பிரிந்த போதிலும் வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் முக்கிய நீரோட்டமாகும். மற்ற சிறிய நீரோட்டங்களாவன; இர்மிங்கர், நார்வீஜியன், வடமுனை, ஸ்பிட்ஸ்பெர் கன். வட அட்லாண்டிக் நீரோட்டத்தின் ஒரு பகுதி ஐரோப்பா கரையோரப்பகுதி வழியாக, திரும்பி வட நிலநடுக்கோட்டு நீரோட்டத்துடன் சேருகிறது. இந் நீரோட்டங்கள் போர்சுக்கல், கனேரிஸ் நீரோட்டங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. அட்லாண்டிக் பெருங் கடலின் ஓத அகல்வு 9 செ.மீ. முதல் 14.14 மீ. வரை யாகும்.

கெல்ப் பாசிகள், ஆளிகள், மட்டிகள், ஹெர்ரிங், மக்கரல், டுனா, சுறா, திமிங்கிலங்கள், தூண்டில் மீன், ஒளிக்கூண்டு மீன், கடற்பஞ்சுகள், விளக்குச் சிப்பிகள், கடல் லில்லிகள் ஆகிய பல வகைப்பட்ட உயிரினங்கள் இக்கடலில் பெருமளவிற்குக் காணப்படுகின்றன.

உலகின் 14 முக்கிய மீன்பிடி தளங்கள் அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் பகுதிலேயே அமைந்திருக்கின்றன. நியூஃபவு லாந்தைச் சேர்ந்த பெரிய திட்டுப் பகுதியில்தான் மீன் வளம் அதிகம். வளைகுடா நீரோட்டமும், லாப்ர டோர் நீரோட்டமும் இக்கடற்பகுதியில் கலப்பதனால் ஏற்படும் ஊட்டச் சத்துப் பெருக்கமே இங்கு மீன் வளம் அதிகரிக்கக் காரணமாகிறது. உலகின் மொத்த மீன் வளத்தில் 36.5 விழுக்காடு அட்லாண்டிக் பெருங் கடலில், முக்கியமாக அதன் கண்ட நீர்ப் பரப்பிலிருந்து பெறப்படுபவை.

சார்காசோ கடலின் சூழ்நிலை, விலங்குகள் இனப் பெருக்கத்திற்கான வலசை போதலுக்கு ஏற்றதாக வுள்ளது. மட்டி, சிங்கிறால், நண்டு, கணவாய் ஆகிய வையும் இக்கடலில் பிடிக்கப்படுகின்றன. 'சாலெஞ் சர்' ஆய்வுப் பயணத்தின் போதே இப்பகுதியில் மங் கனீசு முடிச்சுகளில் வளம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. தென் மேற்கு ஆப்பிரிக்கப் பகுதியில் வைரமும், மெக்சிகோ வளைகுடாப் பகுதியில் பெட்ரோலியம், இயற்கை எரிவளிமம், கந்தகம் ஆகியவையும், பிரிட்டிஷ் தீவுகளுக்கருகில் நிலக்கரியும் வெள்ளீயமும் (Tin) பெறப்படுகின்றன. வட அட்லாண்டிக் பெருங் கடல் உலகத்தின் முக்கிய கப்பல் போக்குவ்ரத்துத் தட மாகும். இக்கடலில் முதன் முதலில் 1866 ஆம் ஆண்டு கண்டங்களுக்கு இடைப்பட்ட ஆழ்கடல் தொலைபேசிக் கம்பி வடம் இடப்பட்டது. இதனால் தொலைபேசி தொடர்பில் அதிக முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது.

நூலோதி

1. **Sverdrup, H.V. et al: The oceans;** *Their Physics, Chemistry and General Biology;* Prentice Hall Inc: New Jersey, 1942.

2. **Gross, M.G.,** *Oceanography ;* A view of the Earth, Prentice Hall Inc: New Jersey, 1978.

அட்லாஸ் ஆடை

எட்டு இழை பாவு நாற்படை நெசவுடைய செழித்த மினுமினுப்பான பட்டுத்துணி. இது ஆடைகளுக்கும், பருத்தி ஊடைகொண்டு நெய்திருந்தால் இருக்கைப் புறணிகளுக்கும் பயன்படுகிறது.

அடக்கல்

ஒரு குறிப்பலையில் தேவைப்படாத உறுப்புகளை நீக்கும் முறை. தானியங்கி வானொலி அமைப்புகளில் பொறியில் தீ மூட்டும்போது ஏற்படும் குறுக்கீட்டு அலை களை அடக்க வேண்டியது கட்டாயமாகும். இவை வானொலிச் சுற்றுவழிகளை அடைந்தால் வானொலி யில் பேரிரைச்சலை ஏற்படுத்தும். பெரும்பாலும் வானொலி அலைவாங்கிகளின் உள்ளே இரைச்சல் அடக்கும் சுற்றுவழிகளும் அமைப்பும் இருக்கும். குறிப் பாகப் பேரளவு செய்திகளைக் கையாளும் சிற்றலைப் பட்டைகளையுடைய செய்தித் தொடர்பு அலைவாங்கி களில் இந்த அமைப்புகள் கட்டாயம் இருக்க வேண்டும்.

ரேடார் அமைப்புகளில் அடக்கல் சுற்றுவழிகளும், முறைகளும், உணர்சட்டத்திற்கு அருகேயுள்ள பொருள் களும், தரையும் உருவாக்கும் அலைகளை அடக்கப்பெரி தும் பயன்பகிடுன்றன. இத்தகைய ரேடார் அடக்கல் முறையில் உயர்திறன் துடிப்பைச் செலுத்தியதும் அதனு டைய பெருக்கத் திறன் (gain) முதலில் குறைவாகவும், நேரம் அதிகமாக ஆகக் கூடுதலாகவும் அமையும்படி வைத்து உடனடியாக எதிர்பலிக்கும் குறிப்பலைகளை மிகக் குறைவாகவே அளவு மிகும்படி செய்து, நெடுந் தொலைவு எதிர்பலிப்புக் குறிப்பலைகளைப் பேரளவு அளவுமிகும்படி செய்வர். காண்க, வடிப்பி, மின்னியல்; குறுக்கீடு, மின்னியல்; இரைச்சல், மின்னியல்; அடக்கி.

நூலோதி

Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Science and Technology*, fourth edition. Vol. 139 Mc Graw-Hill Book company, 1977

அடக்கி

செய்தித் தொடர்பு அமைப்பின் இயக்கத்தில் குறுக்கிடும் தேவையில்லாத குறிப்பலைகள் அல்லது இரைச்சலை நீக்கும் அல்லது குறைக்கும் அமைப்பு. இந்தச் சொல் வானொலி அலை வாங்கியின் இரைச்சல் வடிப்பிக்கும் வழங்குவது உண்டு. என்றாலும் பெரும்பாலும் இந்தச் சொல் இரைச்சலை உண்டாக்கும் கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படும் இரைச்சலை அடக்கும் தடைகளுக்கு வழங்கப்படுகிறது. இத்தகைய தடைகள் பெட்ரோல் பொறியின் தீப்பொறி முளைக்குத் தொடர் நிலையிலும், திரட்டி மின்னோடி (Commutator motor)யின் ஈறுகளின் குறுக்கே அமைந்த கொண்மிக்குத் தொடர் நிலையிலும் இணைக்கப்படுகின்றன. ஒரு மின்துகளியல் கருவியின் திறனூட்டும் கம்பிமுனைகளில் இரைச்சலை அடக்கப் பயன்படும் வடிப்பிகளுக்கும் இப்பெயர் வழங்கப்படுகிறது. காண்க, வடிப்பி, மின்னியல்; குறுக்கீடு, மின்னியல்; இரைச்சல், மின்னியல்; இரைச்சல் வடிப்பி, வானொலி, அடக்கல்.

நூலோதி

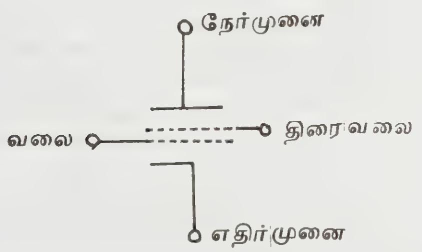
Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Science and Technology*, fourth edition. Vol. 13. McGraw-Hill Book Company-1977.

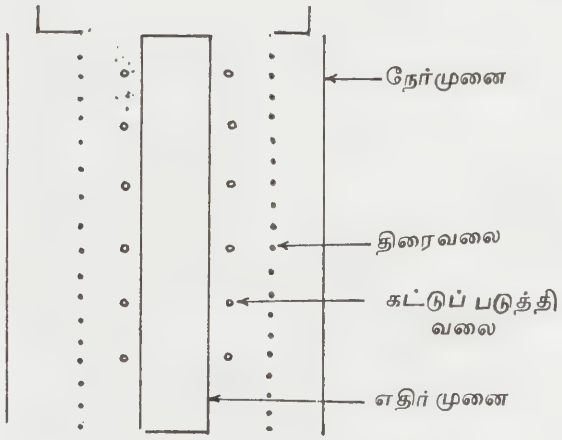
அடக்கி வலை

மின் துகளியல் துறையில் அடக்கி வலை எனப்படுவது வெற்றிடக்குழாயில் பயன்படுத்தப்படும் ஒருமின்முனையாகப் (electrode) பயன்படுகின்றது. வெற்றிடக்குழாய்கள் பலவகைப்படும். அவை இருமுனையம், மும்முனையம், நான்முனையம், ஐம்முனையம் என்பனவாகும். ஒவ்வொரு வெற்றிடக் குழாயும் அதில் உள்ள மின்முனைகளை வைத்துப் பெயர் பெறும். வெற்றிடக் குழாயின் சிறப்பியல்புகளும் மின்முனைகளைப் பொறுத்து மாறுந்தன்மை கொண்டவை. மும்முனையங்கள்மூன்று மின்முனைகளைக் கொண்டவை. அடக்கி எனப்படும் மின்முனை ஐம்முனையத்தில் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு மின்முனையாகும். அடக்கியின் பயன்கள் பற்றிக் கீழே காணலாம்.

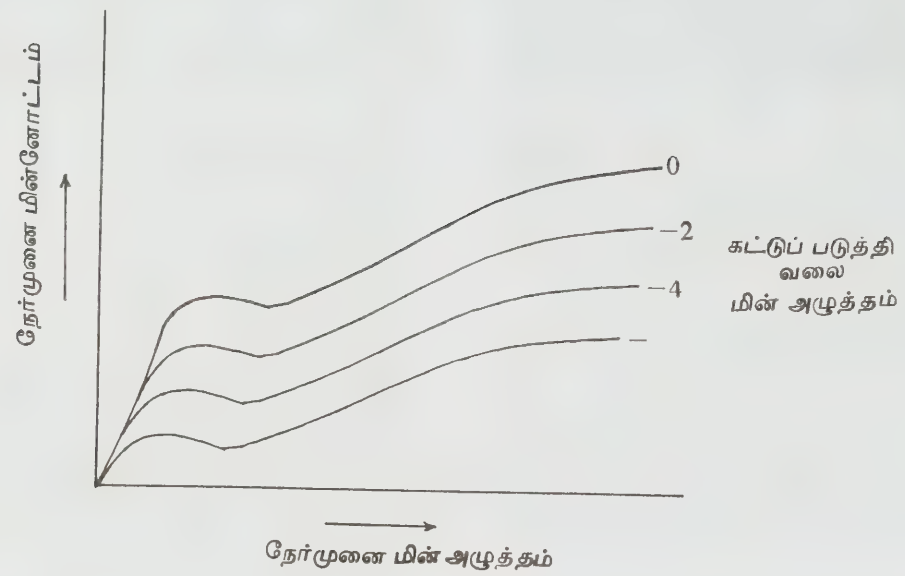
நான்முனையங்கள்: மும்முனையங்கள் எனப்படும் வெற்றிடக் குழாய்கள் எதிர்முனை, வலை, நேர்முனை எனப்படும் மூன்று மின்முனைகளைக் கொண்டவை. மும்முனையத்தில் நேர் முனைக்கும் வலைக்கும் இடையேயுள்ள கொண்மியின் அளவு அதிகமாக இருப்பது மில்லர் விளைவு என்ற ஒன்று ஏற்பட வாய்ப்பளிக்கின்றது. இதனால் மும்முனையங்களை மிகைப்பிகளில் பயன்படுத்தும் பொழுது பின்னூட்டம் (feed back) ஏற்பட்டு மிகைப்பியின் திறன் குறைகின்றது. கிரிட்டுக்கும், நேர்முனைக்கும் இடையில் உள்ள கொண்மியின் அளவைக் குறைக்க மற்றொரு கிரிட் பொருத்தப்பட்டு நான்முனையமாக மாற்றப்படுகின்றது. நான்முனையத்தின் அமைப்பு படம் 1இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

நான்முனையத்தின் நிலைச்சிறப்பு வரைகள்: புதிதாக மும்முனையத்தில் சேர்க்கப்பட்ட வலையைத் திரைவலை என்று கூறலாம். திரைவலை எப்பொழுதும்சுமார் ஒல்ட் என்ற நேர்மின் அழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். படம் 2-இல் நான்முனைய நேர்முனை நிலைச் சிறப்பு வரைகள் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. நான்முனையத்தில் உள்ள குறைபாடு என்னவென்றால் நேர் முனையில் மின் அழுத்தம் நேர்த்திசையில் அதிக

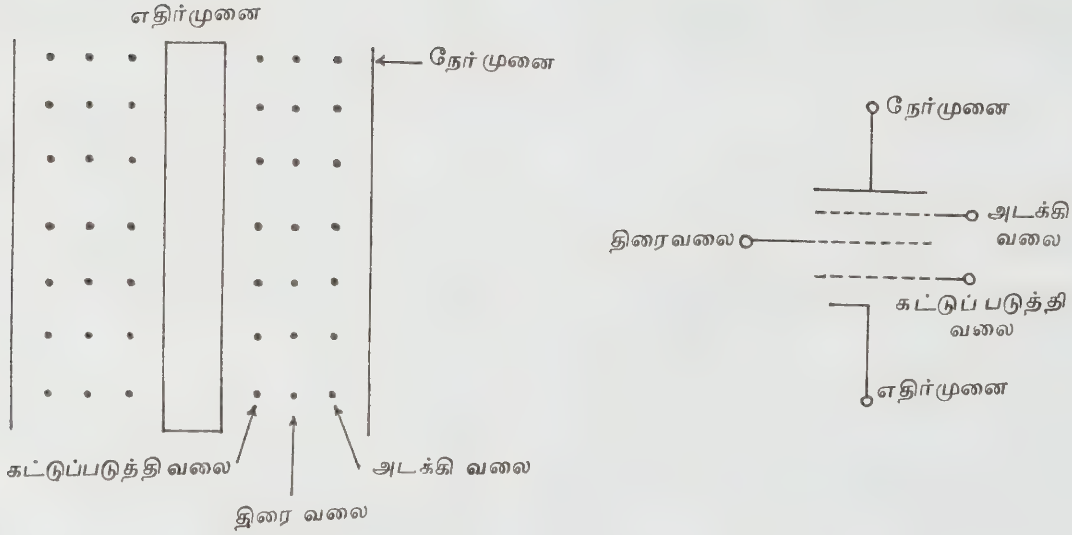




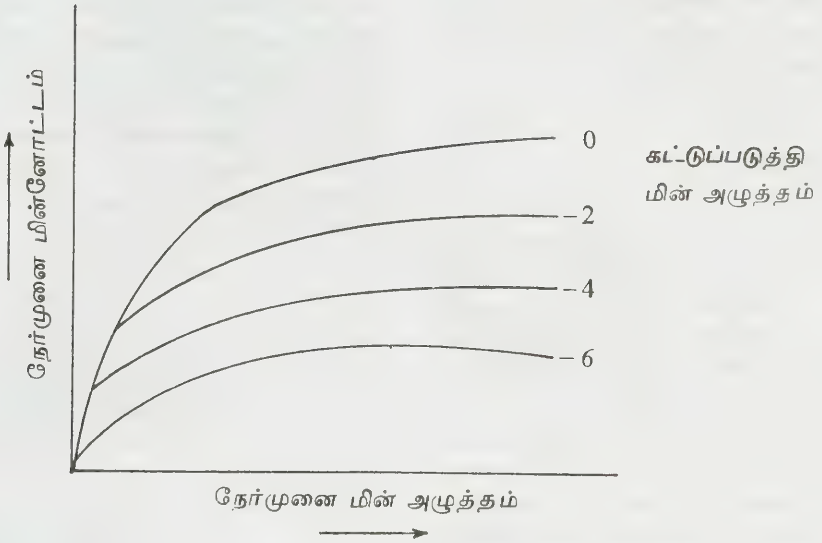
படம் 1. நான்முனைய அமைப்பு



படம் 2. நான்முனைய நேர்முனை நிலைச் சிறப்பு வரைகள்



படம் 3. ஐம்முனைய அமைப்பு



படம் 4. ஐம்முனைய நேர்முனை நிலைச் சிறப்பு வரைகள்

மாக்கப்படும்பொழுது நேர்முனையின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டம் குறைவதுதான். சிறப்பு வரையைப் பார்த்தால் நன்றாகத் தெரியும் குழிபோன்ற வளைவு இப்பகுதியைக் காண்பிக்கும். இவ்வளைவு போன்ற பாகத்தில் எதிர்மின்தடை உண்டாகிறது. முக்கியமாக நேர்முனை மின்தடை ஒரு முக்கியமான மாறிலியாகும் (Constant). நேர்முனை மின்தடை எதிர்மின்தடையாக மாறுவதால் நான்முனையம் அலைவியற்றியாக மாற முடிகிறது. எதிர்மின்தடை ஏற்படக் காரணம், அதாவது வரைபடங்களில் குழி ஏற்படக் காரணம் இரண்டாந்தர மின்துகள்களை நேர்முனை உமிழ்வகும். திரைவலை நேர்முனையை விட அதிக மின் அழுத்தத்தில் உள்ளபொழுது இரண்டாந்தர உமிழ்வு ஏற்படுகின்றது. திரை வலை எல்லா மின்துகள்களையும் வாங்கிக் கொள்வதால் நேர்முனையில் மின்னோட்டம் குறைகின்றது. நேர்முனையில் மின்னோட்டம் குறைவதால் சிறப்பியல்பு வரைபடம் கீழ்நோக்கிச் செல்கின்றது, எல்லா மின் சுற்றுவழிகளிலும் மின் அழுத்தம் அதிகமானால் மின்னோட்டம் அதிகமாகும். ஆனால் நான்முனையத்தில் நேர்முனையில் மின்னோட்ட அழுத்தம் அதிகமாகும்போது மின்னோட்டம் குறைந்தால் எதிர்மின்தடை (negative resistance) உள்ளதாகக் கூறுகின்றோம். எதிர்மின்தடை உள்ளதால் நான்முனையங்கள் அலைவியற்றிகளாகப் பயன்படும். ஆனால் நான்முனையங்களை மிகைப்பிகளாகப் பயன்படுத்த முடியாது. நான்முனையத்தின் இந்நிலையை மாற்ற மறுபடியும் ஒரு மின்வாய்நேர்முனைக்கும் திரைவலைக்கும் இடையில் வைக்கப்படுகிறது. படம்—3இல் ஐம்முனையத்தின் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. இதை நாம் அடக்கி வலை (suppressor) அல்லது அடக்கி என்றழைக்கின்றோம். அடக்கி எப்பொழுதும் எதிர்முனையுடன் அல்லது பொதுவான கடத்தியில் (common conductor) தொடுக்கப்பட்டிருக்கும். ஆகவே, நேர்முனைக்கும் திரைக்கும் இடையில் உள்ள மின் அழுத்தத்தைக் குறைப்பதால் இரண்டாம் தர உமிழ்வைக் கட்டுப்படுத்தி எதிர்மின்தடை உண்டாகாமல் செய்கின்றது. மேலும் வலைக்கும் நேர்முனைக்கும் இடையில் உள்ள கொண்மியின் அளவையும் மிகவும் குறைத்துவிடுகிறது நேர்முனையின் மின்தடையும் அதிகமாகின்றது. படம் 4இல்காட்டப்பட்டுள்ளது போல் ஐம்முனையத்தின் நிலைச்சிறப்புவரைகள் அமையும். அடக்கி ஐம்முனையத்தை மிகைப்பிகளுக்கும் மற்ற பயன்பாடுகளுக்கும் உகந்ததாக மாற்றுகின்றது. மும்முனையத்தின் குறைகளையும் நான்முனையத்தின் குறைகளையும் ஐம்முனையம் சரி செய்கிறது.

அடக்கி என்னும் வலை மும்முனை யத்தின் குறைபாடுகளையும் நான்முனையத்தின் குறைகளையும் சரி செய்கின்றது. இதனால் ஐம்முனையத்தைப் பலவித வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்த முடிகிறது.

க.அர.ப.

நூலோதி

L. J. Giacoletto, Robert W. Landee, Donwan C, Davis and Albert P. Albrecht *''Electronic Designer's Hand Book.''* McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

அடத்திருக்கை

இத்திருக்கை மீனின் உடலானது ஈயநிறத்திலும் வால், கருமை நிறத்திலும் உள்ளன. கடலின் அடிமட்டத்தில் மண்ணுள்ள தரையைக் கொண்ட ஆழமற்ற நீர்ப்பகுதி களையே இது தனது உறைவிடமாகத் தேர்ந்தெடுக் கிறது. இதற்கு இலைத்திருக்கை, ஓலைவால் திருக்கை, என்ற பெயர்களும் உண்டு.

இம்மீனின் தட்டையான உடல், நீளத்தைவிட அகலத்தில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. வாலானது உடலின் நீளத்தைப் போன்று 3 அல்லது 4 பங்கு நீளத் தையுடையது. வாலினடியில், விரிவுற்ற ஒரு சவ்வுப் பகுதியைக் காணலாம். உடலின் மேற்பரப்பில் எலும் பின் புடைப்புகள் தெரியும்.

சிறுமீன்கள், இறால், நண்டு, மெல்லுடலிகள் ஆகிய வையே இதன் உணவாகும். இவற்றை நொறுக்குவதற் கேற்ற சிறப்புற்ற பற்களை இம்மீன் பெற்றிருக்கிறது. இம்மீனின் வாலின் மேல் உள்ள கடினமாக முண்டுகள் இரையைப் பிடிப்பதற்கு மட்டுமின்றி, எதிரி விலங்கு களைத் தாக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்மீன் பொதுவாக மணலில் மறைவாகப் படுத்துக் கிடக்கும். இரை கிடைக்கும் சமயத்தில் தாவிச் சென்று தனது சாட்டை போன்ற வாலினால் அதனை வளைத்துப் பிடித்து இரம்பப்பல் போன்ற வால் முட்களால் காயப்படுத்தித் தன்னிடம் சரணடையச் செய்துவிடுகிறது. இந்த வால்முட்களால் மீனவர் களையும் காயப்படுத்தும். இந்த முள், சதையைக் கிழிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் காயத்தினுள் ஒருவகை நச்சுப் பொருளையும் செலுத்துகின்றது.

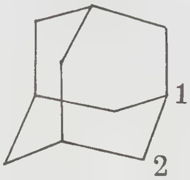
இம்மீன் உணவுப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இதன் கல்லீரல் எண்ணெய் வைட்டமின் ஏ சத்துப் பொருளை மிகுதியான அளவில் கொண்டுள்ளதால் அது வெகு வாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

காண்க : திருக்கைள்.

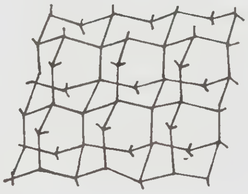
அடமென்டேன்

மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_{10}H_{16}$ க் கொண்ட அலிவளைய ஹைட்ரோகார்பன்களில் (alicyclic hydrocarbon), வைரத்தில் உள்ள கார்பன் அணுக்களின் லேட்டிஸ் (lattice) அமைப்பைப் போலக் கார்பன் அணுக்கள் அமைந்துள்ளன. உருண்டையான உறுதியான கூண் டைப் போன்ற (cage like) அமைப்புக் கொண்ட அட மென்டேன் (adamantane) பன்னெடுங்காலாமாக வேதி யியல் அறிஞர்களின் ஆவலைத் தூண்டியது. பின்னர் இது 1957ஆம் ஆண்டில் வெற்றிகரமாகத் தயாரிக்கப் பட்டது. அலுமினியம் ஆலைடு வினையூக்கிகளால் (எ-கா. அலுமினியம் குளோரைடு, அலுமினியம் புரோமைடு) நடைபெறும் பல வளைய ஹைட்ரோ

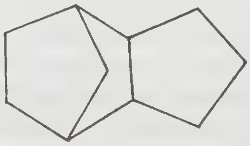
(அ)



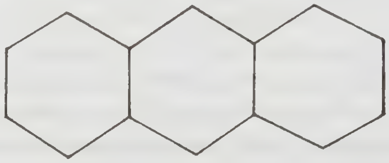
(ஆ)



(இ)



கார்பன்களின் அணு இடமாற்றமானது (rearrangement) அடமென்டேன் சார்புப் பொருள்களைத் தயாரிக்க மிகவும் சாதாரணமான பயன் தரத்தக்க முயற்சி ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக 1, 3, 5,7-டெட்ராமெதில் அட மென்டேன் எளிதாகப் பெர்ஹைட்ரோஆந்த்ரசீன் அணு இடமாற்றம் செய்து தயாரிக்கப்படுகிறது. அட மென்டேன் நீண்ட நாள் நிலைத்து நிற்கக் கூடிய $C_{10}H_{16}$ மூலக்கூறு கொண்ட ஹைட்ரோ கார்பனாகும். இதன் மூலக்கூறு அமைப்பு சமச்சீர்மையும்(symmetrical) நெருக்கமும் கொண்டது. இது மூன்று இணையூட்டு (interlocked) நாற்காலி வடி வளையஹெக்சேன்களைக் (cyclohexane) கொண்டுள்ளது.



பெர்ஹைட்ரோஆந்த்ரசீன்

அடமென்டேனின் பெறுதிகள் அதிக பயன் தரக் கூடிய உயிரியல் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. நிறை அடமென்டேன் பெறுதிகள் வைரல் நச்சு எதிர்ப்பு சக்தி (antiviral activity) கொண்டவை எனக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. ஏற்கெனவே பயன்படும் மருந்துகள் அட மென்டேன் மூலக்கூறுகளின் இணைப்பினால் அவற் றின் சக்தி மேலும் அதிகரிக்கின்றது என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

நூலோதி

1. **Mc Graw - Hill** *Encylopaedia of Chemistry*, Fifth Edn., 1982, p. 16.
2. **Hanley, Gessner G.**, *The Condensed Chemical Dictionary*, Tenth Edn., Galgotia Book Source Publishers, New Delhi, 1984 p. 9.
3. **Kirk-Othmer**, *Encyclopaedia of Chemical Technology*, Vol 6, Third Edition, John-Wiley & Sons, New York, 1978.
4. **Davidson G.**, *Introductory Group Theory for Chemists*, Elsevier, Amsterdam The Netherlands, 1971.

அடர்த்தி அணி

கட்டடங்கள் உயரமாக எழும்போது மரக்கம்பங்களை வரிசை வரிசையாகவும், பத்தி பத்தியாகவும் அமைத்துப் பிணைத்துச் சாரம் கட்டி, சாரத்தின்மீது ஏறி எளிதாக வேலை செய்வதுண்டு. இது போலவே சிக்கலான கணக்குகளுக்கு விடைகள் காண எண்களை வரிசை வரிசையாகவும் பத்தி பத்தியாகவும் அமைத்துக் கணக்கிடுவதுண்டு. மேற்கோளாக, ஒருங்கைச் சமன் பாடுகளில்(Simultaneous equations) மதிப்புத் தெரி யாத அளவுகளின் எண்ணிக்கை மிக அதிகமாக இருக்கும்போது விடைகள் காண்பது மிகவும் கடினம்; சிக்கலாகவும் சலிப்பூட்டுவதாவும் இருக்கும். அப் பொழுது எண்களை வரிசை வரிசையாகவும் பத்தி பத்தியாகவும் அடுக்கும் முறையில் விடைகள் காண்பது மிகவும் எளிது. இவ்வகை எண்களின் அடுக்குக்கு அணி (Matrix) என்றும், அடுக்கிலுள்ள எண்கள் அடர்த் தியாக இருப்பதால் அடர்த்தி அணி (Density Matrix) என்றும் பெயரிட்டப்பட்டுள்ளது.

அய்ட்ரசன் நிறமாலை பற்றிய விளக்கத்தில் போர் (Bohr) சில புனை கோள்களைச் (Assumptions) செய்து கொண்டார். அவை எவ்வித ஆய்வின் விளைவாகக் கண்ட உண்மைகளிலிருந்தும் உருவானவையல்ல. சில எளிய கோட்பாடுகளை விளக்கிய போதிலும், சீமன் விளைவு (Zeeman effect) போன்றவற்றை அவற்றால் விளக்க முடியவில்லை. ஹெய்சென்பெர்க் (Heisenberg) காணும் அளவுகளைப் (Observables) பயன்படுத்தி ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டார். ஆற்றலானது ஒரு நிலையிலிருந்து வேறொரு நிலைக்கு மாறுவதைப் பொறுத்துக் காணும் அளவு உள்ளது. இம்மாற்றத்திற் கேற்ற அதிர்வெண்களைக் (Frequencies) கீழ்க்காணும் அடுக்கில் (Array) அமைக்கலாம்.

$$\begin{bmatrix} \gamma 00 & \gamma 01 & \gamma 02 \\ \gamma 10 & \gamma 11 & \gamma 12 \\ \gamma 20 & \gamma 21 & \gamma 22 \end{bmatrix}$$

அணிப்பெருக்கலிலிருந்து (Matrix multiplication) மேற்கண்ட அடுக்கு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பெருக் கல் விதியும் அணிக்கோட்பாடும் (Matrix thoery) ஒன்றேதான் என்று பார்னும் (Born) ஜார்டானும் (Jordon) உறுதியாகக் கூறினர். ஆகையால் குவாண் டம் இயக்கவியலில் (Quantum Mechanics) ஆற்றல் வாய்ந்த மாறிகளாக(Dynamical Variables)அணிகள் (Matrix) அமைகின்றன. குவாண்டம் கோட்பாட்டில் (Quantum theory) தனி நிலை (Pure state), கலப்பு நிலை (Mixed state) என்பவை பற்றிக் கூறப்படுகிறது. தனி நிலைகளில் நிலையின் சார்புகள் (Functions of the state), கண்டு அளக்கக்கூடிய செயலிகள் (Observable operators), அய்கன் சார்புகள் (Eigen functions) இருக்கும்போதுதான் கண்டு அளக்கக்கூடிய மதிப்புகள் (Observable Values) சரியாக வரையறுக்கப் படுகின்றன. கலப்பு நிலைகளில் அவற்றின் சார்பு முற்றிலும் தெரியாமலிருப்பதால் உறுதியற்ற நிலை களாகத் (Uncertainties) தோன்றுகின்றன. ஆகையால், அவற்றின் விளைவுகள் தகுந்தவாறு சீராக்கப்பட வேண்டும். இங்கு முறைகளின் திரட்டு அல்லது ஆன் செம்பிள் (Collection of system or Ensemble) என்னும் கருத்தைக் கையாள்வது பயனுள்ளதாகும். இத்திரட்டில் அலை சார்புகள் (Wave functions) வெவ்வேறானவை. ஆனாலும், எல்லா முறைகளிலும் தெரிந்த காணக்கூடி யவற்றின் (Known observables) மதிப்புகள் ஒன்றாகத் தான் இருக்கும். தெரியாத காணக்கூடியவற்றின் மதிப்பு கள் தகுதியுள்ள தேர்ந்த பரவல்களாக (Chosen Distributions) அமைகின்றன.

Ψ—என்ற ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை, 2,1, வரிசையின் அணி அல்லது ஸ்பைனார் (Spinor) என்றால்

$$\Psi = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

பொதுத் தறுவாய்க் காரணியை (Common phase factor) ஒதுக்கிவிட்டு மேற்கண்ட அணியின் ஹெர் மீஷியன் ρ-வாக இந்த நிலையைக் கொள்ளலாம். அப்பொழுது

$$\rho = \begin{bmatrix} C_1^{-2} & C_1C_2^* \\ C_2C_1^* & C_2 \end{bmatrix} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

இந்த ஹெர்மீஷியன் ρவுக்குத்தான் அடர்த்தி அணி (Density matrix) என்று பெயர். இதிலுள்ள C-க்கள் எல்லாம் இயல்பாக்கப்பட்டால் (Normalised), இவ்வடர்த்தி அணி ஒரு சுவடாக (Trace of spur) மாறுகிறது. அப்பொழுது அதன் மதிப்பு ஒன்று. A என்னும் குறி, ஒரு செயலி (Operator). அடர்த்தி அணியின் விதிப்படி அதன் எதிர்பார்க்கப்படும் மதிப்பு (Expectation value) $\langle A \rangle$ ஆகும். அப்பொழுது

$$\langle A \rangle = \Psi^+ A\Psi$$

$$= [C_1^* \quad C_2^*] \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix}$$

$$= |C_1|^2A_{11} + C_1C_2^*A_{21} + C_2C_1^*A_{12} + |C_2|^2A_{22}$$

$$= \text{Spur} \begin{bmatrix} |C_1|^2 & C_1C_2^* \\ C_2C_1^* & |C_2|^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}$$

$$= \text{Spur } \rho A$$

$$= \text{Spur } A\rho \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ஒரு ஹெர்மீஷியன் என்பதாலும், அதன் மதிப்பு ஒன்றாக இருப்பதாலும்

$$\rho = \tfrac{1}{2}(1 + P\sigma) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

இந்தச் சமன்பாட்டில், x, y, z, என்ற மூன்று திசைகளிலும் ρ தோன்றுகிறது.

அவையாவன P_x, P_y, P_z என்ற மெய் எண்களாகும் (Real numbers). எனவே,

$$P_x = 2\text{Re}\,(C^*_1{}^+ C_2) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$P_y = 2\text{Im}\,(C^*_1{}^+ C_2) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$P_z = |C_1|^2 - |C_2|^2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

அல்லது

$$\begin{bmatrix} |C_1|^2 & C_1C_2^* \\ C_2C_1^* & C_1C_2^+ \end{bmatrix} = \tfrac{1}{2}(1 + P_x\sigma_x + P_4\sigma_y + P_z\sigma_z)$$

$$= \tfrac{1}{2}\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + 2C_1^*C_2\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$+ 2i\,C_1^*C_2\begin{pmatrix} 0 & i \\ -i & 0 \end{pmatrix} + (1\,C_1|^{2-}|C_2|^2)\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$= (\tfrac{1}{2})[1 + C_1^2 + C_2^2 + 1 - (C_1^2 + C_2^2)]$$

$$= \tfrac{1}{2} \times 2 = 1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

ஆகையால் நிலையில் அடர்த்தி அணியின் ஐகன் மதிப்பு (Eigen value) 1 அல்லது 0. ஐகன் ஸ்பைனாரின் (Eigen Spinor) மதிப்பு ஒன்றுக்குச் சமம். எனவே ஐகன் ஸ்பைனாரில் Ψ-க்குச் சமமாகிறது.

$$\therefore \rho\,\Psi = \Psi \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

மற்றொரு ஐகன் திசையன் (Eigen vector) செங்குத்து Ψ-யாகும் (Orthogonal Ψ). ρ-வின் மதிப்பு 0. ρ-வை ஒரு தன்னிச்சை நிலையில் (Arbitrary state) பயன்படுத்தும் போது,

$$P\,\Psi = \Psi\,(\Psi^*\,Q) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

$$P = \Psi\,\Psi^* \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

$$= \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1^x & C_2^x \end{bmatrix} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$P^2 = \rho\,\rho$$

$$= \Psi\,\Psi^*\,\Psi\,\Psi^x$$

$$= \Psi\,\Psi^*$$

$$= \rho \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

என்ற இரண்டு வெக்டர்களோடு இணைக்கப்படும் போது, கீழ்க்கண்ட முற்றொருமை (Identity)யைக் காணலாம்.

$$(\sigma\cdot A)\;(\sigma\cdot B) = (A\cdot B) + i\sigma(A\times B) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

இதைச் சமன்பாடு 4 உடன் ஒப்பிடும் போது,

$$P.P = P^2{}_x + P^2{}_y + P^2{}_z$$

$$= P^2$$

$$= \rho \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

சமன்பாடு 3இன்படி, Ψ நிலையில் σ_x இன் எதிர் பார்க்கப்படும் மதிப்பு (Expectation value)

$$(\sigma_x = \text{Spur} (\rho\, \sigma_x)$$

$$= (\tfrac{1}{2}) \text{Spur}\, \sigma_x + (\tfrac{1}{2})\, p.\text{Spur} (\sigma.\sigma_x)$$

$$(\tfrac{1}{2})\, \rho_x\, \text{Spur} (\sigma^2_x) \ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

இதேபோல், σ_y, σ_z இவற்றின் மதிப்புகளிலிருந்தும், சமன்பாடு 16இலிருந்தும்

$$P = \langle\sigma\rangle$$

$$= \text{Spur} \langle\rho\, \sigma\rangle$$

$$= \text{Spur} \langle\sigma\, \rho\rangle \ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

ஆகையால் ஸ்பைனார் Ψ, ρ σ-வின் அணியின் ஐகன் ஸ்பைனாராகும்.

$$\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

எனவே, ஓரலகு வெக்டார் (Unit Vector) P துகளின் சுவட்டுத் திசையில் (Direction of the trace) இருப் பதாகக் கொள்ளலாம். இவ்வெக்டார் இந்நிலையின் முனைவாக்க வெக்டார் (Polarisation Vector) என்றும் ஏற்கப்படும். மேலும்

$$i\hbar \frac{d\Psi}{dt} = H\,\Psi \ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

இதில், H என்பது ஆமில்ட்டோனியன் (Hamiltonian). இது ஒரு ஹெர்மீஷியன் அணி 2 × 2 ஆகும். சமன் பாடு 11இலிருந்து,

$$\rho = \Psi\, \Psi^*$$

$$\therefore \frac{d\rho}{dt} = \frac{dx}{dt}\Psi^* + \frac{d\,\Psi^*}{dt}x$$

$$= \frac{i}{i\hbar} H\,\Psi\,\Psi^* - \frac{1}{i\hbar}\Psi^*\,\Psi H$$

$$\text{எனவே, } i\hbar \frac{d}{dt} = H\,\Psi\,\Psi^* - \Psi\Psi^*\, H$$

$$= H\,\rho - \rho\, H$$

$$= [H\,\rho] \ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

குவாண்டம் இயக்கவியலில் சமன்பாடு 20தான் லியூவில்லின் தேற்றம் அல்லது சமன்பாடு (Liouville theorem or equation) ஆகும். சமன்பாடுகள் 3, 20 இவற்றினின்றும், எந்த ஒரு எதிர்பார்க்கப்படும் மதிப்பு <A>-இன் (Expectation Value <A>) இயக்கச் சமன்பாட்டையும் (Equation of motion <A>) கணக்கிடலாம்.

$$\langle A\rangle = \text{Spur} (\rho\, A)$$

$$= \text{Spur} \langle A\, \rho\rangle$$

$$\therefore i\hbar \frac{d\langle A\rangle}{dt} = i\,h\, \text{Spur} \frac{d\rho}{dt} A + i\,h\, \text{Spur}$$

$$\text{Spur}, \left(\rho \frac{dA}{dt}\right)$$

$$= \text{Spur}\, [H, \rho]\, A + i\hbar \left\langle \frac{dA}{dt} \right\rangle$$

$$= \text{Spur}\, \rho\, [A, H] + i\hbar \left\langle \frac{dA}{dt} \right\rangle$$

$$= [A, H] + i\hbar \left\langle \frac{dA}{dt} \right\rangle \ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

ஓர் ஆன்செம்பிளைப் பற்றித் தெரிந்த (Physically significant) செய்திகளெல்லாம் அடர்த்தி அணி ρ-வில் அடங்கியிருக்கவேண்டும்.

அடர்த்தி அணியின் பண்புகள் : 1. அது ஒரு ஹெர் மீஷியன். 2. அதன் சுவட்டின் மதிப்பு ஒன்று 3. தூயநிலைகளையும் விளக்க அடர்த்தி எண்சாரம் மிகவும் பயன்படும். 4. அதன் ஐகன் மதிப்பு 1 அல்லது 0 ஆகும். மதிப்பு 1ஆக இருக்கும் போது அது தரமானதாக (Non-degenerate) இருக்கும். 5. X-அச்சுகளில் ஓர் ஆன்செம்பிளின் முறையைக் கணக்கிடும் போது அடர்த்தி அணியின் மூலைவிட்ட உறுப்புகள் ஒரு X-அலகின் நிகழ்தகவுக்கு (Probability) ஒப்பாகும். 6. ஆற்றல் அய்கன் நிலைகளுக்கு (Energy Eigen states) ஒப்பாக இயக்கமற்ற நிலைகளை 'n' என்ற குறியால் அழைத்தால், ஆற்றல் மூலைவிட்டத்திற்கு (Energy diagonal) ஒப்பாக அடர்த்தி அணிகளுக்கு ρ_{nn} என்ற தனித்தனியான உறுப்புகள் உண்டு. அப்பொழுது 'n' ஆற்றல் நிலையிலுள்ள, ஓர் ஆன்செம்பிளின் முறையைக் காணும் நிகழ்தகவு P-க்கு ஒப்பாகும். அதற்கு நிகரான அலைச் சார்பை (Wave function) U_n (x) என்று குறித்தால் அதை U_n (x) அலகு அணி (Unitary matrix) உறுப்புகளுக்கு ஒப்பிடலாம். அது போலவே வேறு ஒப்பீடுகளைப் பயன்படுத்தினால்,

மற்ற அளவுகளுடைய பங்கீட்டுச் சார்பின் நிகழ்ச்சிகளை (Probability distribution functions) அடர்த்தி அணியின் மூலைவிட்டததில் தோன்றும்படி செய்யலாம். 7. தள விளைவற்ற (Unpolarised) எலக்ட்ரான்களின் ஆன்செம்பிளையோ (Ensemble) தற்செயலான தற்சுழற்சி நிலையிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் கூட்டத்தையோ விளக்க அடர்த்தி எண் சாரத்தைப் பயன்படுத்தலாம். எலக்ட்ரான் தற்சுழற்சி மூலைவிட்டத்தின் 3 கூறுகளுக்கு அடர்த்திஎண்சாரத்தின் மதிப்பு ρ-வின் மதிப்பில் பாதிதான். எனவே,

$$\rho = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(22)$$

மேலும், எந்தத் தற்சுழற்சிக் கூறின் சராசரி மதிப்பையும் கீழ்க்கண்டவாறு அளக்கலாம்.

$$[\sigma] = T\gamma\ \sigma\rho$$

$$= \frac{1}{2} T\gamma\ \sigma$$

$$= 0 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(23)$$

N-என்பதை முறைகளின் (Systems) நிலைகளுடைய வரம்பிற்குள்ளடங்கிய எண்ணிக்கையென்று வைத்துக் கொண்டால், முற்றிலும் தற்செயலான நிலைகளை அதற்கு நீட்டிக்கலாம். நிலைகளின் அடர்த்தி அணி

$$\rho = \frac{1}{N}\ 1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(24)$$

தகுந்த தனி நிலையிலுள்ள முறைகளின் கலவையைத் தற்செயல் ஆன்செம்பிள் என ஏற்றுக்கொண்டால், ஓர் அடர்த்தி அணி பல தனி நிலைப்பகுதிகளாகப் பிரிவதற்கு அக்கலவை சமம் என்று கொள்ளலாம். தற்சுழற்சி எலக்ட்ரான்களின் முறையைக் கவனித்தால், அதன் அடர்த்தி அணி

$$\rho = \begin{bmatrix} \frac{3}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \end{bmatrix} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(25)$$

மேலும்,

$$\rho = \frac{1}{2}\rho_1 + \frac{1}{2}\rho_2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(26)$$

என்று பிரிக்கப்படும். அப்பொழுது,

$$\rho = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(27)$$

$$\rho_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(28)$$

ρ_1, ρ_2 இவையிரண்டும் முறையே $+\Sigma^x$ திசையிலும் +Z திசையிலும் எலக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி அணிகளாகும். ஆகையால் இவ்விரண்டு திசைகளிலும் சம எண்ணிக்கையுள்ள எலக்ட்ரான்களின் கலவைக்கு இந்த ஆன்செம்பிள் சமம். ஆனால் இவ்வகைப் பிரிவு ஒருமைத் தன்மை வாய்ந்தது (Unique) என்று கூறிவிட முடியாது. கலப்பு நிலைகளில் பல வழிகளில் ஐயப்பாடு ஏற்படுவது உண்டு. எலக்ட்ரான்கள் எதிர்மின் வாயிலிருந்து (Cathode) வெளியாகும்போது அவற்றின் நிலையை விளக்கும் அடர்த்தி அணி, ஒற்றை ஆற்றலுள்ள (Mono-energetic) தூய நிலைகளாகவோ, அலைப்பெட்டகத் (Wave packet) தனிநிலைகளாகவோ பிரிக்கப்படலாம். இவ்விரு விளக்கங்களும் இயல்பாகச் சமமென்றாலும்,கலப்பு நிலைகளை ஆன்செம்பிள்களாக வகைப்படுத்துவது ஐயத்திற்கிடமானது.

த. மு.

நூலோதி

1. C. Cohen - Tannoudji et al *Quantum Mechanics,* 1978.
2. L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *Quantum, Mechanics,* 1977.

அடர்த்தியும் ஒப்படர்த்தியும்

ஒரு பொருளின் அடர்த்தி என்பது ஓரலகு பருமனுள்ள பொருளின் நிலை என வரையறுக்கலாம்.

$$\text{அடர்த்தி} = \frac{\text{நிறை}}{\text{பருமன்}}$$

C.G.S. முறையில் அடர்த்தியின் அலகு கிராம்/கன செ.மீ., F.P.S முறையில் அடர்த்தியின் அலகு பவுண்டு/கன அடி; M.K.S முறையில் கி. கிராம்/கன. மீட்டர் அடர்த்தியின் அலகாகும். இதன் பரிமாணம் (Dimensions) $M^1L=^3T^0$ ஆகும். அடர்த்தி தனிமங்களின் தனிச்சிறப்புப் பண்பாகும். இதனால் ஒரு தனிமம் எவ்வளவு தூய்மையானது என்பதைக் கண்டறியலாம். உண்மையில் தங்கம் எவ்வளவு தூய்மையானது என்பதை அடர்த்தியைக் கொண்டே மதிப்பிடுகின்றார்கள். தனிமங்கள் மட்டுமின்றி, அனைத்துத் திண்ம, நீர்ம,. வளிமமின்மப் பொருள்களுக்கும் அடர்த்தி என்பது அவற்றின் பண்பை வரையறுக்கும் ஓர் இயற்பியல் கூறாகும். ஒரு பொருளின் அடர்த்தியை அதன் நிலைக்குப் பொருத்தமாய் உள்ள ஒரு முறையினால் கண்டறியலாம்.

வளிமங்களின் அடர்த்தியைக் காணல்

வளிமங்களின் அடத்தியைக் காண ஒன்றை ஒன்று எல்லா வகையிலும் ஒத்திருக்கின்ற இரண்டு பெரிய கோளங்களில் உள்ள காற்றை வெளியேற்றியபின், நுட்பம் வாய்ந்த தராசின் இரு புறத்திலும் அவை தொங்கவிடப்படுகின்றன. வேண்டிய அளவில் ஒரு தட்டில் எடைகள் சேர்க்கப்பட்டு இருபுறமும் சம நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. அடர்த்தி காணவேண்டிய வளிமத்தை நிரப்பி உருகும் பனிக் கட்டியினால் சூழச் செய்து, பிறகு கோளத்தை எடுத்து உலர்த்திய பிறகு, தராசின் ஒரு புறத்தில் தொங்க விட்டுத் திரும்பவும் எடைகளைச் சேர்த்துப் புயத்தைச் சமநிலைக்குக் கொண்டுவரவேண்டும். கோளத்தின் பருமனை அடர்த்தி தெரிந்த நீர்மத்தால் நிரப்பிக் காணலாம். அடர்த்தி வளிமத்தின் அழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். 0°C இல் 76.செ.மீ. அழுத்தில் அடர்த்தியை $\rho_0 = \left(\frac{76}{P} \cdot \frac{M}{V}\right), \rho_0 = \frac{76.M}{P.V}$ என்ற சமன்பாட்டால்குறிக்கலாம்.

மற்றுமொரு முறையில் 0°C யில் கண்ணாடிக் குடுவை ஒன்றை வளிமத்தினால் நிரப்பி, உருகும் பனிக்கட்டியில் வைத்துக் குடுவையை அடைத்துக் கொண்டு எடை காண வேண்டும். வளிமண்டல அழுத்தம் P விலிருந்து P′-க்கு அழுத்தத்தைக் குறைத்து மீண்டும் 0°Cயில் எடை காணும் போது பருமன் மாறு வதாகக் கொள்ளவேண்டும். Pஅழுத்தத்தில் பருமன் $= \frac{p\,v}{p} \cdot p'$ என்ற அழுத்தத்திற்குக் குறைத்து எடை காணும்போது வெளியேறிய வளிமத்தின் பருமன் $(V - \rho' V/P = V(1-\rho'/P) = V\frac{(P-P')}{P})$ .mgm நிறையும் $\frac{V(P-P')}{P}$ என்ற பருமனும் உள்ள வளிமத்தின் அழுத் தம் 0°C யில் p ; அதன் பருமன் 76 cm. அழுத்தத்தில்

$$\frac{P \cdot V(P-P') \times 1}{P \qquad 76} = \frac{V(P-P')}{76}$$

ஆகையால் வளிமத்தின் அடர்த்தி

$$\rho = \frac{m\,76}{V(P-P')}$$

ஆவி அடர்த்தி

நீர்ம ஆவி தெவிட்டிய நிலையை அடைந்தும், அடையாமலும் இருக்கலாம் ஆகையால் இவற்றின் அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்கும் ஆய்வுகள் அடிப்படை யில் வேறுபடுகின்றன. மேலும்வளிமங்கள் தெவிட்டிய ஆவியிலிருந்து அடிப்படையில் வேறுபடுகின்றன. ஆவி யின் அழுத்தம், தெவிட்டிய ஆவியின் அழுத்தத்தில் 4/5 பங்கை எட்டும் போது வளிமங்களைக் கட்டுப் படுத்தும் விதிகள் அவற்றுக்குப் பொருந்துவது தில்லை என்பதை ரெக்னால்டு ஆய்வுகள் நன்கு விளக்கின.

டூமாஸ்முறை, விக்டர் மேயர் முறை, மேலும் ஹாவ மென்ஸ் முறைகளில் ஆவி அடர்த்தியைக் காணலாம். ஆனால் அறை வெப்பநிலையில் நீர்ம வடிவில் இருக்கும் பொருள்களுக்கும், NaCl, KCl போன்ற உப்புகளுக்கும், பல உலோகங்களுக்கும் விக்டர் மேயர் முறை 2000°C வரை பொருந்தும். ஹாவ்மென்ஸ் முறையில் கொதி நிலையில் வேதியியல் மாற்றங்களுக்கு உட்படும் நீர்மங் களுக்கும் ஆவி அடர்த்தியைக் காணலாம்.

0°C யில், 76 செ.மீ. அழுத்தத்தில் 1 கன செ மீ. பருமனுள்ள ஆவியின் நிறை வளிம அல்லது ஆவி அடர்த்தி எனப் பெயர் பெறும். ஒரே வெப்பநிலை அழுத்தத்தில் குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள ஆவியின் நிறைக்கும் அதே பருமனுள்ள அய்ட்ரசன் நிறைக்கும் உள்ள தகவை ஆவி அடர்த்தி எனலாம். வெப்ப நிலையையும் அழுத்தத்தையும் சாராத இவ்வடர்த்தி யைச் சார்பு அடர்த்தி என அழைக்கலாம். T°A வெப்ப நிலையில், m அலகு நிறையும், V பருமனும் உள்ள வளிமத்தின் அழுத்தம் P எனக் கொள்வோம். m அலகுப் பருமன் அய்ட்ரசனின் நிறையை N.T.P யில் குறிக்கும். T°A வெப்பநிலையில் Pசெ.மீ. அழுத்தத் தில் அய்ட்ரசனின் பருமன் V.c.c என்றால்,

$\left(\frac{PV}{T} = \frac{X \times 76}{273}\right)$N.T.Pயில்அய்ட்ரசனின் பருமன் $\frac{PV \times 273}{76 \times T} = X.V.c.c$ அய்ட்ரசனின் நிறை P cm அழுத் தத்திலும் T°Aயிலும் $\frac{moV\ P\ 273}{76 \times T} = m'$. ஆவிஅடர்த்தி $\rho = \frac{m}{m'} \times \frac{76}{P} \times \frac{T}{273} \times \frac{m}{moV}$ அய்ட்ரசனைப் போன்ற தெவிட்டிய ஆவியும் பாயிலின் விதிக்கு உட் படும் எனக்கொண்டு PV = RT என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். ஆகையால் $\frac{PV}{T} = R$

$$\rho = m/m' = m/m_0 \times \frac{76}{273\,R}$$; ρவின் மதிப்பு

வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது அன்று. மேலும் ரெக்னால்டு ஆய்வு மூலம் ρவின் மதிப்பு தெவிட்டிய நிலையை எட்டும்போது சற்று அதிகரிக்கின்றது எனக் கண்டார்.

மேலும் ஆவியின் மூலக்கூறு வேதியியல் எடை இரு மடங்கு ஆவி அடர்த்திக்குச் சமம் எனவும் நிறுவலாம்.

அடர்த்தி வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து மாறுவதைக் கீழக்கண்ட சமன்பாடு நமக்குத் தெரிவிக்கின்றது.
m பொருளின் நிறை: v அதன் பருமன் எனக் கொண் டால் அடர்த்தி $\rho = \frac{m}{v}$ ஒரு பொருளைச் சூடேற்றும் போது அதன் பருமனும் அடர்த்தியும் மாறுபாடு அடை கின்றன.

O° C யில் ρ_0 அடர்த்தி, பருமன் V_0 என்றால்
t°C யில் ρ_t அடர்த்தி, பருமன் V_t என்றால்

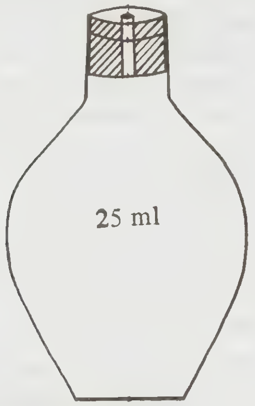
$$m = V_0 \rho_0 = V_t \rho_t \;;\quad \rho_0/\rho_t = V_t / V_0 = V_0 \frac{(1+\gamma t)}{V_0}$$

$$\rho_0/\rho_t = (1+\gamma t) \;;\; \rho_t = \rho_0 / (1+\gamma t) = \rho_0 (1-\gamma t)$$

$\rho_0 = \rho_t\ (1+\gamma t)$ பொருளின் அடர்த்தி வெப்ப நிலையைப் பொறுத்துக் குறைவதை இச்சமன்பாடு சுட்டிக்காட்டுகின்றது.

நீர்மங்களின் அடர்த்தி காணல்

நீர்மங்களின் அடர்த்தியை அறிய ஒப்படர்த்திக் குப்பி (Specific gravity bottle) என்ற சிறிய கண்ணாடிக் குடுவை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் அமைப்பு படம்-1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இது ஒரு சிறிய துளையுள்ள அடைப்பானால் மூடப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள கண்ணாடிக் குடுவையாகும். இதை முதலில் நீராலும் பின்னர் நீர்மத்தாலும் நிரப்பி எடை காணவேண்டும். அதிலிருந்து குடுவையின் எடையைக் கழிக்க நீர்மத்தின் எடையும் அதே பருமனுள்ள நீரின் எடையும் கிடைக்கின்றன. அதிலிருந்து நீர்மத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{நீர்மத்தின் ஒப்படர்த்தி} = \frac{\text{நீர்மத்தின் அடர்த்தி}}{\text{அதே பருமனுள்ள நீரின் அடர்த்தி}}$$

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தியும் ஒப்படர்த்தியைக் காணலாம். இதனால் நீர்மத்தின் அடர்த்தி மட்டுமன்றி, திண்மப் பொருள்கள், நீரில் மிதக்கும் பொருள்கள், மற்றும் நீரில் கரையும் பொருள்களின் அடர்த்தியையும் கண்டறிய முடியும்.

அடர்த்திக்கும் ஒப்படர்த்திக்கும் உள்ள வேறுபாடு

அடர்த்தி	ஒப்படர்த்தி
1. அலகு பருமனின் நிறை அடர்த்திக்குச் சமம்	1. ஒப்படர்த்தி = $\frac{\text{பொருளின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$
2. அடர்த்தியின் அலகு கிராம்/க.செ.மீ. கி.கிராம்/க.மீட்டர் பவுண்டு/கனஅடி	2. ஒப்படர்த்திக்கு அலகு கிடையாது. அது ஓர் எண்.

ந. சு. நா.

நூலோதி

Van Nostrand's Scientific Encyclopaedia, V Edition, 1976.

அடர் தீவனம்

உயிர் வாழும் பிராணிகள் அனைத்திற்கும் தேவையானது உணவு. மனிதனுக்குத் தேவையான பால், இறைச்சி முதலியன கிடைக்கவும், ஏர் உழுதல், வண்டி இழுத்தல் போன்ற வேலைகள் நல்ல முறைகளில் சிறப்பாக நடைபெறவும் கால்நடைகளுக்கும், கோழிகளுக்கும் உணவு தேவைப்படுகின்றது. இவ்வுணவுப் பொருள்களில் பலவகைப்பட்ட ஊட்டச் சத்துக்கள் இருக்க வேண்டும். இந்த ஊட்டச்சத்துக்களை அவற்றின் வேதியியல் அமைப்புக்கு ஏற்றவாறும், பயனுக்குத் தகுந்தவாறும் கலோரிச் சத்து நிறைந்த மாவுப் பொருள்கள், புரதம், கொழுப்புச் சத்து, உயிர்ச் சத்து, தாது உப்புக்கள், தண்ணீர் என ஆறு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கால் நடைகள் தங்களுக்குத் தேவையான அனைத்து ஊட்டச் சத்துக்களையும் தங்களுடைய உணவில் இருந்து தான் பெறவேண்டும். இவ்வாறு பயன்படும் உணவுப் பொருள்களை நார்ச்சத்து மிகுந்த கூள உணவுப் பொருள் (Roughage), அடர்தீவனம் (Concentrate), சேர்க்கை உணவுப் பொருள் (Supplementary feeds) என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

நார்ச்சத்து (Fibre) நிறைந்தும், மாவுச்சத்து, புரதம் முதலியன குறைந்தும் இருக்கும் உணவுப் பொருள்களாகிய வைக்கோல், சோளத்தட்டை, காயவைக்கப்பட்ட புல் முதலியவற்றைக் கூள உணவுப் பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். இவ்வகைத் தீவனத்தில் நார்ச்சத்தின் அளவு 18 விழுக்காட்டிற்கு அதிகமாகவே இருக்கும். ஆடு, மாடு போன்ற அசைபோடும் விலங்குகளுக்கு இவ்வகை உணவு அதிக அளவு பயன் தரக் கூடியதாக இருக்கும். ஆனால் பன்றி, கோழி போன்ற விலங்குகளுக்கு, இவ்வகை உணவைச் செரிக்கக் கூடிய குடல் அமைப்பு இல்லாத காரணத்தால், இவ்வகை கூளஉணவுப் பொருள்கள் பயன் அற்றவை.

அடர்தீவனம் என்று சொல்லக் கூடிய தீவனங்களில் ஈரப்பசையின் (Moisture) அளவு 10 விழுக்காட்டிற்குக் குறைவாகவும், நார்ச்சத்து 18 விழுக்காட்டிற்குக் குறைவாகவும் இருப்பது அவசியம். மேலும் இவ்வகை உணவுகளில் கலோரிச் சத்து அல்லது புரதச் சத்து அல்லது இரண்டுமே அதிகமாக இருக்கக் கூடும். தானியங்கள், அவற்றின் துணைப் பொருள்களான தவிடு, கிழங்குகள் முதலியவற்றில் கலோரிச் சத்து அதிகமாகவும், புரதம் குறைவாகவும் இருக்கும். கடலைப் பிண்ணாக்கு, எள்ளுப் பிண்ணாக்கு போன்ற

பிண்ணாக்கு வகைகளிலும், மீன்தூள், இறைச்சித் தூள் போன்ற உணவுப் பொருள்களிலும் புரதச் சத்து அதிக அளவில் இருக்கும்.

ஆனால் எந்த ஒரு தனி உணவுப் பொருளும் கால் நடைகளுக்குத் தேவையான எல்லா ஊட்டச் சத்துக் களையும், தேவையான அளவிலும், விகிதத்திலும் பெற்றிருக்காது. ஆகவே புரதச் சத்து நிறைந்த பிண் ணாக்கு, மீன்தூள், மாவுச்சத்து அதிகம் உள்ள தானியங்கள், அவற்றின் துணைப் பொருள்கள், எலும்புத்தூள் அல்லது தாது உப்புக் கலவை, உயிர்ச் சத்துக் கலவை முதலியவற்றை ஒன்றாகக் கலந்து அன்றாடத் தேவைக்கு வேண்டிய ஊட்டச் சத்துக் களை ஒட்டு மொத்தமாகக் கொடுக்கலாம். இப்படித் தயாரிக்கப்பட்ட தீவனக் கலவையை அடர்தீவனம் என்று சொல்லலாம். இப்படிப்பட்ட தீவனக் கலவை கால்நடைகள் விரும்பி உண்ணும் படியாகவும் நார்ச் சத்துக் குறைந்தும், ஊட்டச் சத்துக்கள் நிறைந்தும் இருக்க வேண்டும். மேலும் இத்தகைய அடர்தீவனம் கீழே காணப்படும் தன்மைகள் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.

அ) எளிதில் செரிக்கப்பட வேண்டும்.

ஆ) நல்ல சுவை உள்ளதாகவும், விரும்பி உண்ணக் கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும்.

இ) பூஞ்சக் காளானாலும், பூச்சிகளாலும் பாதிக்கப் படாத, தரமான தீவனப் பொருள்களையும் பயன் படுத்த வேண்டும்.

ஈ) சோளம், மக்காச் சோளம், பிண்ணாக்குப்போன்ற பொருள்களை நொய் போல் உடைத்து அடர் தீவனக் கலவையில் சேர்க்க வேணடும்.

உ) விலை மலிவாகவும், ஆனால் அதே சமயம் ஊட்டச் சத்துக்கள் நிறைந்தும் இருக்க வேண்டும்.

ஊ) தேவையான அளவிற்குத் தாது உப்புகளையும் உயிர்ச்சத்துக்களையும் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

எந்த ஓர் அடர்தீவனக் கலவையை எடுத்துக் கொண்டாலும் அதில் கலோரிச் சத்தும், புரதச் சத்தும் நிறையக் கொண்ட உணவுப் பொருள்களே அதிக அளவில் இருக்கும். இந்த இரண்டு வகை ஊட்டச் சத்துக்களில் மாவுப் பொருள்களான தானியங்கள் சுமார் 50 விழுக்காடும், அவற்றின் துணைப் பொருள் களின் தவிடு சுமார் 20 விழுக்காடும், பிண்ணாக்கு 20 விழுக்காடும், மீன்தூள் போன்றவை 8 விழுக்காடும், தாது உப்புக் கலவை 2 விழுக்காடும் இருக்கும். இந்த விகிதப்பிரிவு அடர் தீவனத்தின் பயனையும், எந்த விலங்குக்கு, எந்த வகை தேவைக்குத் தயாரிக்கப் படுகிறது என்பதையும் பொறுத்து மாறுபடும்.

கோழி, பன்றி போன்ற சாதாரண இரைப்பையைக் கொண்ட உயிர்களுக்கும், கன்றுக் குட்டிகளுக்கும் அடர்தீவனம் மிகவும் அவசியம். அதிக அளவில் பால் தரக்கூடிய வெளிநாட்டு இனப் பசுக்களுக்கும், அன்றாட வளர்ச்சி அதிகமாகவும், அதேசமயத்தில் அசைவயிறு(ரூமன்) சரியான வளர்ச்சியைப் பெறாத காரணத்தாலும், ஆட்டுக்குட்டி, கன்றுக்குட்டி போன்ற வைகளுக்கு அடர் தீவனம் மிகவும் அவசியமாகும். அடர்தீவனத்தில் இருக்க வேண்டிய ஊட்டச் சத்துக் களின் அளவு அக்கலவையின் பயனைப் பொறுத்து மாறு படும். எடுத்துக்காட்டாகக் கன்றுக்குட்டித் தீவனத்தில் புரதம் சுமார் 23 விழுக்காடும், ஆனால் பசுமாட்டுத் தீவனத்தில் 16 விழுக்காடும் இருக்க வேண்டும். இதைப் போலவே கோழிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் அடர் தீவனத்தின் தன்மை குஞ்சுத் தீவனம், வளரும் கோழித் தீவனம், முட்டைக் கோழித் தீவனம் என்று அதன் பயனுக்கு ஏற்றவாறு மாறுபடும். அடர் தீவனம் வேளான் மக்களுக்குப் பலவிதத்தில் பயன் தரக்கூடிய தாக இருக்கும். பால் உற்பத்தி, இறைச்சி உற்பத்தி, கருவளர்ச்சி போன்ற செய்கைகளுக்கு ஏற்றாற்போல் தீவனம் தயாரித்துக்கொள்ளலாம். அடர்தீவனம் ஆண்டு முழுவதும் கிடைப்பதால், பருவகால வேறு பாட்டினால் உண்டாகக்கூடிய தீவனப் பற்றாக் குறையை ஓர் அளவு தவிர்க்கலாம். அடர் தீவனம் சரிவிகித உணவாகத் தயாரிக்கப்படுவதால் உணவுச் சத்துக்கள் குறைவினால் ஏற்படும் பற்றாக்குறை நோய்களைத் தவிர்க்க உதவி செய்யும். மேலும் அடர்தீவனத்தைச் சேமித்து வைப்பாதோ, ஓர் இடத்தில் இருந்து வேறு இடத்திற்கு எடுத்துச்செல் லுவதோ எளிது.

கால்நடைகளின் பயனுக்கு ஏற்றவாறு அடர் தீவனம் கொடுக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக பாலே கொடுக்காத ஒரு மாட்டிற்கு அடர்தீவனம் தேவையில்லை. ஆனால் 10 லிட்டர் முதல் 15 லிட்டர் பால் கொடுக்கும் மாட்டிற்கு வைக்கோல், புல் போன்ற கூளஉணவு மட்டும் போதாது. 2.5 லிட்டர் பாலுக்கு ஒரு கிலோ அடர்தீவனம் என்ற கணக்கில் அதிகப் படியான கறவைக்குத் தீவனம் (Production Ration) கொடுக்கப்படவேண்டும். எருமை மாடுகளுக்கு 2 லிட்டர் பாலுக்கு ஒரு கிலோ அடர்தீவனம் கொடுக்க வேண்டும். இதைப் போலவே சினையாக இருக்கும் மாட்டிற்குக் கன்று வளர்ச்சி நல்ல முறையில் இருக்க வேண்டுமானால் அடர்தீவனம் தேவையாகிறது.

இவ்வாறு கால்நடை வளர்ப்பில் ஒரு முக்கிய பங்கை கொண்டிருக்கும் அடர்தீவனத்தைப் பண்ணையாளர் கள் தாங்களாகவே தயாரித்துக்கொள்ளலாம். பொது வாக அடர்தீவனத்தை அதிக நாட்கள் அதாவது 3 அல் லது 4 வாரங்களுக்கு மேல் பயன் இல்லாமல் வைத்தி ருக்கக் கூடாது. இவ்வகை உணவில் இருக்கக்கூடிய ஈரப் பசைகளின் அளவு குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஈரப்பசை அதிகமாக இருந்தால், அதிகமான மழை யுள்ள காலங்களில் பூஞ்சக் காளான் வளர்ச்சி உண் டாகித் தீவனம் கெட்டுப்போக வழி உண்டு. இவ்

வகை உணவுப் பொருள்களால் கால்நடைகளுக்குத் தீமை உண்டாகும்.

இரா.க.

அடி (அலகு)

இது ஆங்கிலமுறையில் பயன்படுத்தப்பட்ட நீளத்தின் அலகு. ஆங்கில நாட்டு மன்னரின் காலடியின் அளவை நீளத்தின் அலகாக அடியெனக் கொண்டனர். 1959-இல் ஆங்கிலம் பேசும் நாடுகளில் செந்தர ஆய்வுக் கூடங்களில் (Standard laboratories) இயக்குநர்கள் செய்து கொண்ட ஒப்பந்தத்தின் படி, அடி என்பது 0·3048 மீ.ஆகும். அடி என்பது பிரிட்டன் அலகமைப்பின் நீளத்தின் அலகு ஆகும். ஒரு கஜம் (Yard) என்பது சரியாக 3 அடிகளுக்குச் சமம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

பார்க்க: மீட்டர் (அலகு); அலகு அமைப்புகள்.

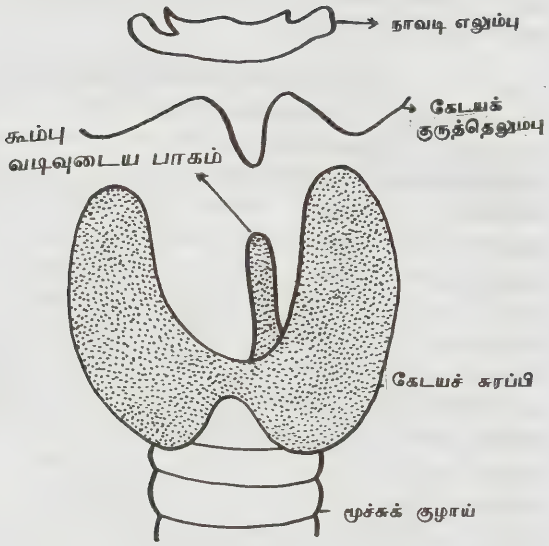
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பி

அடிக்கழுத்துச் சுரப்பி (Thyroid gland) எனப்படும் இந்த நாளமில்லாச் சுரப்பி (Ductless gland) கழுத்தின் அடிப்பகுதியின் முன் பக்கத்தில் கேடய வடிவில் அமைந்துள்ளது. இதனை அடிக்கழுத்துச் சுரப்பி என்றும், கேடயச் சுரப்பி என்றும் கூறலாம்.

இச்சுரப்பியிலிருந்து டிரைஅயடோதைரோனின், தைராக்சின் என்ற ஹார்மோன்கள் (Triiodothyronine T. and thyroxine) உண்டாகின்றன. இவை உடல் வளர்ச்சி, மூளை வளர்ச்சி, உடலைச் சரிவர இயங்க வைக்கும் பணி ஆகியவற்றில் பயன்படுகின்றன.

அடிக்கழுததுச் சுரப்பியில் 2 மடல்கள் (Lobes) உள்ளன. மையப்பகுதியில், சிறிய திசு இணைப்பின் (Isthmus) மூலம் இவ்விரண்டு பாகங்களும் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு மடலும் கூம்பு வடிவமாய் (Conical shape) உள்ளது. அதனுடைய மேல் நுனிப்பாகம் (Apex) கேடயக் குருத்தெலும்பின் (Thyroid cartilage) நடுப்பகுதி வரை பரவியுள்ளது. சில சமயங்களில் இச்சுரப்பியில் ஒரு பட்டைக் கூம்பு வடிவுடைய பாகம் (Pyramidal lobe) இருக்கும். இது சிறு திசு இணைப்பின் மேல் அமைந்து, பிறகு வளைந்த நாவடி எலும்பு (Hyoid bone) வரை மேல் நோக்கிச் செல்லும். இப்பட்டைக் கூம்பு மையக்கோட்டின் ஒரு பக்கத்தில் அமைந்திருக்கும்.

அடிக்கழுத்துச் சுரப்பி நாக்கிலிருந்து கீழ் நோக்கி ஒரு குழாய் வடிவமான மேல் தோலிழைமம் (Epithelium) போன்ற சவ்வின் மூலம் நாவடி எலும்பு, கேடய குருத்



படம்-1 கேடயச் சுரப்பி, மூச்சுக் குழாய், கேடயக் குருத்தெலும்பு, நாவடி எலும்பு ஆகியவை

தெலும்புகளின் முன் சென்று, பிறகு ஒரு சிறு திசு இணைப்புடன் 2 மடல்களாக உருவாகிறது. இச்சுரப்பி உருவாகும் சூழ்நிலையில் மற்ற மூன்று எஞ்சியுள்ள பாகங்களும் உருவாகின்றன. அவை, ஒன்று மூட்டுக் குழாய்ப் புழை (Foramen caecum); மற்றொன்று அடிக் கழுத்துச் சுரப்பியும், அதை இணைக்கும் நாவுக்குரிய குழாயும் (Thyroglossal duct). மூன்றாவது, பட்டைக் கூம்பு வடிவுடைய திசுவுமாகும்.

படம்-2 அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியும், அதை இணைக்கும் நாவுக்குரிய குழாயும்.

இதுவும் அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் ஒரு பாகத்தைச் சேர்ந்ததே. இதனுள் ஒரு தசை அமைந்திருக்கும்.

இதன் பெயர் அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் தூக்கு விசைத் தசை என்பதாகும் (Levator glandulae thyroideas).

நாவுக்குரிய குழாய் (Thyroglossal duct) சில சமயங்களில் ஒரு கழிவுப்பைமுண்டு போன்ற உறுப்பின் (Cyst) தன்மை பெற்றோ, குறுகிய வாயுடைய புரைபுண் (Fistula) போன்றோ இருக்கும். இம்மாதிரி சமயங்களில் அறுவைச் சிகிச்சை செய்து இவற்றை நீக்கும் படியாய் இருக்கும்.

இச்சுரப்பியின் தொடர்புடைய உறுப்புகள்

அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் முன் பக்கம் மார் பெலும்பு, நாவடி எலும்பு இவையிரண்டையும் இணைக்கும் தசையாலும் (Sternohyoid muscle), மார்பெலும்பு, கேடயக் குருத்தெலும்பு ஆகியவற்றை இணைக்கும் தசையாலும் மூடப்பட்டிருக்கும். பின்புறம் பக்கவாட்டில் (Posterolaterally) தலைக்குருதி நாள நரம்பு உறை (Carotid sheath) உள்ளது.

இச்சுரப்பியின் பின்பக்கத்தில் (Posteriorly) மூச்சுக் குழாயும் (Trachea) அதன் பக்கத்தில் இருபுறமும் அதைச் சார்ந்த நரம்புகளும் அமைந்துள்ளன. (Recurrent laryngal nerves).

இச்சுரப்பியின் தமனிகள்

(1) தைராய்டு சுரப்பியின் மேற்புறத் தமனி (Superior thyroid artery)

(2) தைராய்டு சுரப்பியின் கீழ்ப்புறத் தமனி (Inferior thyroid artery)

இச்சுரப்பியின் சிரைகள்

1) தைராய்டு சுரப்பியின் மேல்புறச் சிரை (Superior thyroid vein)

2) தைராய்டு சுரப்பியின் இடைச் சிரை (Middle thyroid vein)

3) தைராய்டு சுரப்பியின் கீழ்ப்புறச் சிரை (Inferior thyroid vein)

கேடயச் சுரப்பியின் உயிரணுக்கள்

அடிக்கழுத்துச் சுரப்பி மென் தோல் போன்ற மெல்லிய திசுவினால் தாங்கப்பட்டு உறை குழாய் வடிவில் (Capsule) அமைந்திருக்கிறது. இது மற்றோர் உறையினாலும் சுற்றப்பட்டிருக்கிறது. இந்த உறை மூச்சுக் குழாயிலிருந்து வரும் இணைப்புத் திசுவைச் (Pretracheal fascia) சார்ந்ததாகும்.

அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் முக்கிய பாகம் சதுர வடிவமான (Cuboidal) உயிரணுக்கள் அடங்கிய சிறு பை (Follicle) ஆகும். இந்த அணுக்களின் நடுவில் ஒரு கரையும் தன்மையுடைய சூழ்நிலைப் பொருள் (Colloid) அமைந்திருக்கிறது.

அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் ஹார்மோன்கள் (Hormones)

1. ட்ரை அயோடா தைரோனின்

2. தைராக்சின் (Thyroxine T_4).

இவ்விரண்டு ஹார்மோன்களையும் சுரக்கும் ஆற்றலைத் தைராய்டு சுரப்பி (Thyrotrophic hormone) கட்டுப்படுத்தி வைத்திருக்கிறது.

நல்லவிதமான மூளை வளர்ச்சிக்கு நல்ல சத்துணவு மட்டுமேயன்றி, தைராய்டு சுரப்பியின் ஹார்மோன் அளவும், அதன் வேலையும் முக்கியமானதாய் உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, குழந்தை கருப்பையில் வளரும் போது தைராய்டு சுரப்பியில் சுரக்கும் ஹார்மோனின் அளவு இரத்தத்தில் குறைந்தால் பிறக்கும்போது ஒரு விதமான வளர்ச்சி குன்றிய மூளையுடைய குழந்தையாகப் பிறக்கும்.

தைராய்டு சுரப்பியில் சுரக்கும் ஹார்மோன் தேவையான அளவுக்கு மேல் கூடினால் மிகைத் தைராய்டு இயக்க (Hyper thyroidism) நோயை உண்டு பண்ணி உடல் நலனைப் பாதிக்கும். இதயத் துடிப்பு கூடுதலாகும் (Increased heart rate). ஆத்திரக் குணம் (Irritable temper), எதிலும் உணர்ச்சி வசப்படுதல் (Excitable nature). அதிகப் பசி இவற்றுடன் (Hunger) சில சமயங்களில் விழிகள் பெருத்துத் துருத்திக் கொண்டிருக்கும்.

தைராய்டு சுரப்பியின் ஹார்மோன் இரத்தத்தில் குறைவாக இருந்தாலும் உடல் நலனைக் கெடுக்கும். பசியின்மை (No hunger), சோம்பல் (Lethargy), உடல் பெருத்தல் (Obesity) ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கும்.

சில சமயங்களில் தைராய்டு சுரப்பி விரிவடைகிறது. இதனை முன் கழுத்துக் கழலை (Enlarged thyroid) என்று கூறுவர். இது அயோடின் (Iodine) பற்றாக் குறையினால் மட்டும் வந்த குறை (Goitre) என்றால் அயோடினை உடலுக்குள் செலுத்தினால் இக்குறை நீங்கி விடுகிறது. மருத்துவர் ஆலோசனைப்படி அயோடின் கலந்த நீரைப் பருக வேண்டும்.

டி.கா.

நூலோதி

D. S. weatheral, J. G. G. Ledingham and D. A. Warrer, *Oxford Text Book of Medicine* Vol. I. Oxford University Press, London, 1983.

அடிக்கோள்

அறிவியல் கோட்பாட்டின் அடிப்படை முற்கோள் (Preposition) அல்லது கூற்று. கோட்பாட்டை (Theory) உருவாக்கும் தொடக்கக் கூற்றாகவும் நிறுவப் பட வேண்டாத அடிப்படை கூற்றாகவும் இது அமை கிறது. இதிலிருந்து சிலவிதிகள் மூலம் கோட் பாட்டின் பிற முற்கோள்கள் அல்லது கூற்றுகள் கூறப் படுகின்றன. (காண்க, எடுகோள்) பழங்காலத் திலிருந்து 19ஆம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி வரை இவை எளிதாகப் புரிந்துகொள்ளும் தெளிவுகளாக, நிலவும் உண்மைகளாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டன. சமூக நடைமுறையில் நிகழும் அறிதல் செயற்பாட்டில் இவை பெறப்படல் கருதப்படவில்லை. மனித நடை முறை செயல்பாட்டில் அடிக்கடி பல்லாயிரக்கணக்கான முறை பல அளவையியல் அல்லது சிந்தனை வடிவங் கள் (Logical figures) திரும்பத் திரும்ப மனதில் நிகழ் கின்றன. இவை அடிக்கோள்களாகின்றன. தற்கால அடிக்கோளியல்முறை ஒரு கோட்பாட்டின் எல்லா முற் கோள்களும் அடிக்கோள்களிலிருந்தும் (இந்த அடிக் கோள்களில் இருந்து மட்டுமே) சில அளவையியல் விதி கள் மூலம் உருவாக்கப்படல் வேண்டுமென கட்டாயப் படுத்துகிறது. அடிக்கோளின் உண்மை பிற அறிவியல் கோட்பாடுகளாலோ தரப்பட்ட அடிக்கோளியல் அமைப்பு விளக்கத்தாலோ தீர்மானிக்கப்படும். ஒரு புலத்தின் அல்லது மறுபுலத்தில் அடிக் கோளியல் அமைப்பு நிலவுவது அதில் உள்ள அடிக் கோள்களின் உண்மை, ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டுள்ளதைக் காட்டுகிறது. காண்க, அடிக்கோளியல் முறை. (Axiomatic method).

அடிக்கோள் முறை

இது ஓர் அறிவியல் கோட்பாட்டை அடிக்கோள் களிலிருந்து கொணர் முறை. இதில் 1. ஒரு கோட் பாட்டுக்குத் தேவையான நிறுவப்படாத ஆனால் நடை முறை உண்மைகளான அடிக்கோள்கள் தேர்ந்து எடுக்கப்படும். 2. தரப்பட்ட கோட்பாட்டால் இவற்றில் உள்ள கருத்துகளை வரையறுக்க முடியாது. 3. ஆனால் அடிக்கோள்களிலிருந்து தரப்பட்ட கோட் பாட்டை வரையறுக்கவும் கொணரவுமான விதிமுறை களை அறிமுகப்படுத்திச் சில முற்கோள்களிலிருந்து (prepositions) பிற முற்கோள்களைக் கொணரும். 4. தரப்பட்ட கோட்பாட்டின் பிற முற்கோள்கள் (தேற்றம் போன்றவை) 3 இல் வரையறுத்த முற்கோள் களைப் பயன்படுத்தி, 1 இல் வரையறுத்த அடிக்கோள் களிலிருந்து கொணரும். அடிக்கோளியல் முறையின் கருத்துகள் (ideas) முதலில் கிரேக்க நாட்டில் தோன்றின. பிளாட்டோ, (Plato) அரிஸ்டாட்டில் (Aristottle), யூக்ளீடு (Euclid), எலியாடிக வாதிகள், பின்னர் அறிவியல், தத்துவம் ஆகியவற்றின் துறைகள் இம்முறையில் ஆயப்பட்டன. நியூட்டன் (Newton), ஸ்பினோசா (Spinoza) மற்றும் பிறர். இந்த ஆய்வுகள் ஒரு கோட்பாட்டை அடிக்கோளியலாக உருவாக்கல் பற்றிய சிறப்பியல்புகள் விரவியவை. இவற்றில் பெரும் பகுதி கவனம் அடிக்கோள்களை நுண்ணுணர் வால் அறிதலிலும்வரையறுத்தலிலும்செலவிடப்பட்டது 19 ஆம் நூற்றாண்டின் பின் அரைப் பகுதியில் கணித வியல், கணித அளவையியல் ஆகியவற்றின் அடிப்படை களை நிறுவலில் மிகச் செறிவான விரிவாக்கங்கள் தோன்றின. அடிக்கோளியல் கோட்பாடு ஒரு வடிவ அமைப்பாய் (formal system) இதற்கு உதவியது. இது 1920-30களுக்குப் பிறகு குறியீட்டுடன் வடிவ அமைப் பாகக் (formalised system) கருதப்பட்டது. இந்தக் கோட்பாட்டுக்கு ஏற்ற பல பொருள்களை விளக்கும் அமைப்பாக, இதன் உறுப்புகளுக்கும் (குறியீடுகள்) அமைப்புக்கும் உள்ள உறவை விளக்கும் அமைப்பாக அடிக்கோளியல் முறை கருதப்பட்டது. அடிக்கோள் களின் அமைப்பு பற்றிய முழுமை (completeness), முரணின்மை (noncontradiction), தனித்தன்மை (Independence) பற்றியெல்லாம் ஆயப்பட்டது. எந்த ஒரு குறியீட்டு வடிவ அமைப்பையும் அதன் புறநிலை உட் பொருளைக் கருதாமல் ஆயலாம்- என்பதால் தொடர் (syntactic) அடிக்கோளியல் அமைப்பு, பொருண்மை (semantic) அடிக்கோளியல் அமைப்பு என அடிக்கோ ளியல் அமைப்பு இரண்டாக இனம் பிரிக்கப்படலா யிற்று. பொருண்மை அடிக்கோளியல் அமைப்பு மட்டுமே உண்மை அறிவியல் அறிவோடு தொடர் புடையது. இந்த வேறுபாடு தொடர்நிலை (syntactic), பொருண்மை நிலை (semantic) என்ற இருவகை அடிப் படைத் தேவைகளை நிறைவேற்ற வேண்டிய நிலையை ஏற்படுத்தியது. எனவே அடிக்கோள்கள் இருநிலையிலும் முழுமை முரணின்மை, தனித்தன்மை உடையனவை யாக அமைய வேண்டிய தேவை ஏற்பட்டது. குறியீட்டு வடிவ அடிக்கோளியல் அமைப்புகள் பற்றிய ஆய்வு அவற்றின் வரம்புடைமையை அறிய உதவியது. போது மான அளவு வளர்ந்த அறிவியல் கோட்பாடுகளையும் முழுமையாக அடிக்கோளியல்படுத்த இயலாமையை அதாவது அறிவியல் அறிவை முழுமையாகக் குறியீட்டு வடிவுபடுத்தமுடியாமையைக் கோதெல் (Godel) நிறுவினார். எனவே, அடிக்கோளியல் முறை அறிவியல் அறிவை ஒருங்கமைக்கும் முறைகளில் ஒன்றே. இது வளர்ந்த அறிவியல் கோட்பாட்டைத் துல்லியப்படுத் தும். சிற்சில வரம்புநிலைகளில் அறிவியல் கண்டுபிடிப் புகளுக்கும் வழி வகுக்கும். கடந்த 30 அல்லது 40 ஆண்டுகளாக அடிக்கோளியல்படுத்தலில் பெருங்கவனம் எல்லாத் துறைகளிலுமே செலுத்தப்பட்டுவருகிறது. எல்லாத் துறைகளிலும் அதாவது இயற்பியல், உயி ரியல், உளவியல், பொருளாதாரம், மொழியியல், அறி வியல் அறிவின் கூட்டமைப்பு மற்றும் இயக்கம் பற்றிய கோட்பாடு ஆகிய துறைப்பிரிவுகளிலும் அடிக்கோளியல்

முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இயற்கை அறிவியல் போன்ற கணிதப்படுத்தா அறிவியல்களில் கூட இம் முறை கருதுகோள் சார் கொணர்முறை வடிவத்தை (Hypothetico-deductive method) அடைகிறது.

அடிக்கோள் முறைபுலக் கோட்பாடு

திசையிலிப் புலம் ஒன்றின் குவாண்டம் புலக் கொள்கைக்கான அடிக்கோள்கள் (The axioms for a quantum field theory of scalar field) சார்பு குவாண்டம் புலக் கொள்கையில், முதலாவதாக ஒரு ஃகில்பர்ட் புறவெளி $\mathcal{H}$ உள்ளது (Hilbert Space). இதில் உள்ள திசையங்கள் (Vectors) குவாண்டம் இயற்பியல் நிலைகள் (States) பற்றி விளக்குகின்றன. ஒருபடித்தான லாரன்ட்சு குலத் (Lorentz Group) தில் $(a, \wedge) \rightarrow U\ (a - \wedge)$ உள்ள ஒருமைத் தன்மையுடைய இயக்கிகளால் (Unitary operators) குறிக்கப்படுகின்றது. இவை பாயின்கர் (Poincare) அல்லது லாரன்ட்சு மாற்றுதலின்படி (Transformation) நிலைகளின் மாற்றுக்கான விதிகளைத் தருகின்றன.

இரண்டாவதாக அவற்றிற்குள்ளேயே புலஇயக்கிகள் (Field operators) இருக்கின்றன. எளிமை கருதி, ஒற்றை நடுநிலைத் திசையிலிப் புலம் ϕ-க்கு மட்டுமே அடிக்கோள்கள் தரப்படுகின்றன.

U-வின குலக்கொள்கை பகுப்பாய்வில் (Group-theoretical analysis U)(a,1) எனும் இயக்கிகள் கால வெளி (Space-time) மாற்றுதலில் $U\ (a,1) = \exp\ [(i\ (P \cdot a)]$ என்று குறிக்கப்படுகிறது. இதில்

$$p.a = P^{\circ}\ a^{\circ} - p\ .\ a$$

மேலும், p°, p என்பன தற்சேர்ப்பு (Self adjoint) இயக்கிகள் ஆகும். இவை மொத்த ஆற்றல், மொத்த உந்தத்தைக் குறிக்கும். ஆற்றல் அடிநிலையில் கட்டப்பட்டுள்ளது என்ற கருதுகோள்தான் முதல் அடிக்கோள் ஆகும்.

வெற்றிட நிலைகளைக் குறிக்கக்கூடிய ஒருமைத் தன்மையுடைய நிலை திசையம் $\Psi_{\circ}$ ஆகும். இதனைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்.

1. **தீர்வு மதிப்புகள் கட்டுப்பாடு** (Spectral Condition):

(அ) $p^2 = (p^{\circ})^2 - (\bar{p})^2 \geqslant O$

(ஆ) குத்தாக்கல் வரை அழிக்கமுடியாத திசையம் $\Psi_{\circ}$ பின்வருவதை நிறைவுபடுத்தும்.

$$U\ (a, \wedge)\ \Psi_{\circ} = \Psi_{\circ}$$

அடுத்த கருதுகோள் புலம் ϕ பற்றியது. இந்தப் புலம், ϕ இல் ஓர் இயக்கியாகச் செயல்படும். இப்புலத்தின் பரவல் நேர்த்தியான ஆய்வுச் சார்பு f (Test function) ஆக இருக்குமெனில் அதனைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\phi\ (f) = \int d^4\ x\ f\ (x) \varnothing\ (x)$$

(f) என்பதும் ஓர் இயக்கியாகும். ஆனால் ϕ (f) பொதுவாக ஃகில்பர்ட் புறவெளி $\mathcal{H}$ இல் உள்ள ஒவ்வொரு திசையத்திற்கும் பொருந்தாது. (f)ஐ வரையறை செய்வதில் அதன் மதிப்பகம் (Domain) பற்றிய சில குறிப்பீடுகள் செய்தாக வேண்டும். ஆய்வுச் சார்புகளைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பல வழிகள் உள்ளன. எனினும், பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் முறையே பின்பற்றப்படும். கால வெளியில் உள்ள மிக அதிக அளவு வகைக்கெழுபடுத்தக்கூடிய சிக்கல் மதிப்புடைய சார்புகள் f-ஐக் கொண்ட புறவெளி $\mathcal{S}$ இதன் வகைக் கெழுக்கள் விரைவாக Rஇன் எதிர்மடியாகக் (Negative power) குறைகின்றன.

$$R^2 = (ct)^2 = X^2 \quad \text{இதில் } R \longrightarrow \alpha$$

2. **புலமும் அதன் மதிப்புகளும்** (The Field and tis domain)

$\mathcal{S}$ (R^4) இல் உள்ள ஒவ்வொரு fக்கும், $\mathcal{H}$இல் (f) இன் இயக்கி ஒன்று உண்டு. மேலும் அதன் மதிப்பகம்அடர் நேர்கோட்டுக் கனம் Dயைக் கொண்டுள்ளது. $\varnothing$ (f) உம், Dயும் பின்வருவனவற்றை நிறைவுபடுத்துகின்றன.

$$U\ (a, \wedge)\ D \subset D\ \Psi \epsilon\ D$$

$$\varnothing\ (f)\ D \subset D,\ \varnothing\ (f)^*\ D \subset D$$

இதில் $\varnothing$ $(f)^*$ என்பது $\varnothing$ (f)இன் ஹெர்மீசியன் சேர்ப்பு (Hermitian Adjoint) ஆகும்.

மேலும்,
$$\varnothing\ (\alpha\ f) = \alpha \varnothing\ (f)$$
$$\varnothing\ (f + g) = \varnothing\ (f) + \varnothing\ (g)$$
$$\varnothing\ (f)^* = \varnothing\ (\bar{f})$$

$\bar{f}$ என்பது f இன் துணையிய சிக்கல் எண் (Complex conjugate) ஆகும். மதிப்பகம் D இல் உள்ள திசையங்களுக்கு இயக்கிகளைப் பயன்படுத்தும்பொழுது மேலே உள்ள சமன்பாடுகள் மிகப் பயனுள்ளவையாகும்.

மதிப்பகம் Dஇல் $\varnothing$, Ψ என்பன இரு திசையங்கள் எனில் $\phi \varnothing$ (f) Ψ என்பது மாறியின் (Variable) நேர் கோட்டுச்சார்பைப் போல் தொடர்ச்சியுடையதாகும்.

அடுத்த கருதுகோள் (Assumption) நிலைகளின் மாற்றுவிதி Uவையும் திசையிலிப் புலத்தின் மாற்று விதியையும் (Transformation law) இணைக்கிறது.

$$f \longrightarrow \{a, \wedge\} f$$

இதில் $([a, \wedge]\ f)(x) = f(\wedge^{-1}(x-a))$

3. **புல மாற்று விதி** (Tranformation law of field)
$U(a, \wedge) \varnothing (f) U(a, \wedge)^{-1} = \varnothing(\{a, \wedge\} f)$

மதிப்பகம் D இல் உள்ள திசையங்களுக்கு, இதனைப் பயன்படுத்துவதில் இவை மதிப்புடையன ஆகும். $\varnothing$, புல அளவீட்டின் போது புறவெளி போன்ற பிரிக்கப் பட்ட புள்ளிகளை எடுத்துக்கொண்டால் அவை ஒன்றையொன்று ஆட்சிப்படுத்த (Influence) முடியாது என்ற கருத்து பெறப்படுகின்றது.

4. **பரிமாற்று** (Local commutativity)

சார்பு f ஐ அடைபெற்ற (Closure) கணத்தில் உள்ள அனைத்துக் காலவெளிப்புள்ளிகள் என வரையறுக் கலாம்.

f அழியாததாக இருப்பின்,

$$[\varnothing(f), \varnothing(g)] = 0 = [\varnothing(f), \varnothing(g)^*]$$

காலவெளியைச் சார்பு f, gயைப் பொறுத்து வலிவூட்டு மென்றால்

$$f(x)\ g(y) = 0$$

எல்லா x,y ஆகியவற்றிற்கும் $(x-y)^2 \geqslant 0$

கடைசி அடிக்கோளைச் சொல்லுங்கால் சிதறடிக்கப் படும் நிலைகள் (Scattering states) கொள்கை உரு வாக்கத்தின் எல்லைக்குள், 1 முதல் 4 வரை உள்ள கருதுகோள்களை நிறைவுபடுத்த வேண்டும். கருது கோள் வலிமையான தீர்வு மதிப்புக் கட்டுப்பாட்டைப் பற்றியதெனில் 1ஆவது கருதுகோளுக்கு ஈடாக 1′ என்பதனை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும்.

1. **நிறை இடைவெளியுடைய தீர்வு மதிப்புகள் கட்டுப் பாடு** (The Spectral condition with mass gap)

அ) $p^2 \geqslant 0$ இது அய்க்கன் திசையத்தின் (Eigen vector)

ஆ) $p = 0$ எளிய அய்க்கன் மதிப்பு (Eigen value) ஆகும்.

இ) $(\Psi_0)^{\perp}$இல் உள்ள p^2இன் தீர்வு மதிப்பு வெற் றிட நிலையின் செங்குத்து ஈடாக்கல் (Orthogonal Complement) m^2க்கு (சில $m>0$க்கு) மேல் மதிப்பு கொண்டது. மேலும் தனியான ஐகன் மதிப்புகள் M^2_1, M^2_2 — — — எனக் கொண்டுள்ளது.

ஹாக்-ரூல் (Hagg-Rulle) முறையில் ஒற்றைத் துகளின் நிலைகள் நிறை M_1, M_2 — — — — என்ப தினின்றும், பல்துகள்களின் சிதறல் நிலைகள் கருது கோளிலிருந்தும் பெறப்படுகின்றன. அலைவரம்பு கட்டுப் பாட்டுடன் (wave boundary condition) உள்நோக்கி, வெளிநோக்கிச் செல்லும் நிலைகள் உள்ளன. அவை $\mathcal{H}$ இன் துணைப் புறவெளியில் பரவியுள்ளன. அவற்றை $\mathcal{H}$ உள், $\mathcal{H}$ வெளி என்றும் குறிப்பிடலாம். கடைசி அடிக்கோளின்படி சிதறல் ஃகில்பர்ட் புறவெளி முழு வதும் பரவியுள்ளது.

5. **தொலை தொடுகோட்டு நிறைவு** (Asymptotic-Completeness)

$$\mathcal{H} = \mathcal{H}\ \text{உள்} = \mathcal{H}\ \text{வெளி}$$

நிலையற்ற துகள் கொள்கையில், வலிவூட்டப்பெற்ற தீர்வுமதிப்புகள் கட்டுப்பாடு 1′ ஐ மீறப்படும். மேலும் ஹாக்-ரூல் சிதறல் கொள்கை பொதுமைப்படுத்தப்பட வேண்டும். எவ்வாறாயினும், நிறையற்ற துகள்களை உமிழவும் (emit) உட்கவரவும் (absorb) செய்யும் துகள் களின் சிதறல் நிலைகளுக்கு இதுவரை எந்தப் பொது வரையறையும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. (நிறை யற்ற துகள்களை உறிஞ்சவும், உமிழவும், செய்வன மின்சுமையுடைய துகள்கள் எனக் கொள்வோம்.) இதில் கொள்கை நுணுக்கக் குறைபாடு என்னவெனில், மின் சுமையுடைய துகள்களுக்கு p^2இல் அய்கன் மதிப்பு இல்லை. ஆனால் தொடர் தீர்வு மதிப்புகளில் முடிவு நிலை மட்டும் உண்டு. இந்தக் கொள்கைநுணுக்கக் குறைபாட்டை நீக்க வேண்டுமென்றில், மேலே கொடுக் கப்பட்ட வகையில் தொலை தொடுகோட்டு நிறைவு தேவையாகின்றது என்பதை உணரலாம்.

குவாண்டம் புலக்கொள்கை 1, 1′, 2, 3, 4 ஆகிய அடிக்கோள்களை நிறைவுபடுத்துகிறது. ஆனால் 5ஐ நிறைவு படுத்தவில்லை. இதிலிருந்து வெற்றிடப் பகுதி கள் (Sectors) மட்டுமல்லாமல் உயர்தேர்வு பகுதிகளும் (Super selection sectors) உள்ளன எனத் தெரிகிறது. தோற்றுவாய் (Local) குவாண்டம் கொள்கைக்கான அடிக்கோள்கள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டவுடன் இதனை விளக்கலாம்.

தோற்றுவாய் குவாண்டம் கொள்கைக்கான அடிக் கோள்கள் (The Axioms for Local Quantum theory)

காலவெளியின் $\mathcal{O}$ பகுதியைச் சார்ந்த கட்டுண்ட இயக்கிகள் $u(\mathcal{O})$ பற்றிய கணியங்கள் (Algebra) தான் தோற்றுவாய் குவாண்டம் கொள்கையின் அடிப்படை நோக்குகளாகும். $\mathcal{O}$ வில் அளவிடக் கூடிய கட்டுண்ட நோக்கிகள் (Observables) $u(\mathcal{O})$வில் உள்ள தற்சேர்ப்பு மூலங்களுடன் தொடர்புடையவை. மேலும் $u(\mathcal{O})$ கட்டுண்ட நோக்கிகளிலிருந்தே பெறப்படுவதாகவும் கொள்ளலாம். இன்னும் வலிவாகச் சொன்னால், $u(\mathcal{O})$ என்பது C* கணியத்தைச் சேர்ந்ததாகக் கருதலாம்.

$U(\mathcal{O})$ மீதான முதல் கருதுகோள்

1. **ஐசோடோன் பண்பு** (Isotone Property)

$\mathcal{O}_1 \subset \mathcal{O}_2$ எனில் $u(\mathcal{O}_1) \subset u(\mathcal{O}_2)$ பண்பு 1ஐப் பயன் படுத்திய என்பதனை வரையறுக்கலாம்.

$u = \overline{\bigcup u(\circ)}$

இங்கு சேர்ப்பில் உள்ள பகுதிகள், கட்டுண்ட திறந்த கணங்களைக் கொண்டுள்ளன. இதன் அடைவுப்பண்பை (Closure) C* கணிய அடைவுப்பண்பைக் கொண்டு தான் விளங்கிக் கொள்ள முடியும்.

2. பாயின்கர் தொகுதியின் கீழ் மாற்றுவிதி (Transformation law under Poincare Group)

பாயின்கர் குலத்தை $\{a, \wedge\} \rightarrow \alpha\ (a, \wedge)$ என்று குறிக்கலாம். u வினுடைய அரைத் தோற்றுவாய்க் கணியத்தில் தற்பிணைப்புக்குலம் (Automorphism) கொள்வோமெனில், $\alpha\{a, \wedge\}\, u\,(\circ) = u\,\{a\ \wedge\}\circ$

3. பரிமாற்று (Local Commutativity)

$\circ_1$ இல் உள்ள புள்ளிகள் அனைத்தும் $\circ_2$ இல் உள்ள புள்ளிகள் புறவெளி போன்ற இடைவெளிகளுடன் (Intervals) பிரிக்கப்பட்டால், $u(\circ_1)$ இல் உள்ள இயக்கிகளும், $u(\circ_2)$ இல் உள்ள இயக்கிகளும் பரிமாற்றுக் குரியவைவ்யாம்.

C* கணியக்கொள்கையின்படி, ஒரு நிலை (State) என்பதை u கணியத்தில் சிக்கல் மதிப்புடைய நேர் கோட்டுச் சார்பு A என்று வரையறுத்தால்,

$\omega\ (A^* A) \geqslant 0$ அனைத்து $A \in U$ க்கும் மேலும் $\omega\,(1) = 1$

இங்கு 1 என்பது கணியத்தின் ஓரலகுமூலம் ஆகும். u வில் உள்ள ஒரு நிலை ω,

ஃகில்பர்ட் புறவெளி $\mathcal{H}_\omega$ வைத் தீர்மானிக்கிறது. u வைச் சார்ந்த π_ω வை $\mathcal{H}_\omega$ இல் உள்ள இயக்கிகளால் குறிக்கலாம், $A \rightarrow \pi_\omega\ (A)$ எனில்
$\omega(A) = (\Omega_\omega, \pi_\omega\,(A)\Omega_\omega)$ இங்கு Ω_ω என்பது $\mathcal{H}_\omega$ இல் உள்ள சில குறிப்பிட்ட திசையங்கள் ஆகும். மேலும் $\{\pi_\omega(A)\Omega_\omega\}$ என்பது $\mathcal{H}_\omega$ இல் உள்ள அடர்வுக் கணம் ஆகும்.

குலம் G இன் கீழ் ω ஒரு மாறிலியாக இருக்குமெனில் u வில் உள்ள (Automorphism) தற்பிணைப்புக்குலம் என்பதனை எபிலீயன் குலம் (Abelian Group) எனலாம் α_g எனில்

$\omega\ (\alpha_g\,(A)) = \omega\,(A)$ அனைத்து $g \in G$ என்றால் அந்தக் குலத்தில் ஒருமைத் தன்மையுடைய குறிப்பீடு இருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

$\pi_\omega\ (\alpha_g\ (A)\,) = U\ (\alpha_g)\ \pi_\omega\ (A)\, U\ (\alpha_g)^{-1}$
மேலும் $U\ (\alpha_g)\ \Omega_\omega = \Omega_\omega$

கில்பர்ட் புறவெளி $\mathcal{H}_\omega$ உருவாக்கம் நிலை Ω_ω π_ω இன் குறிப்பீடு, U, இவற்றை GNS உருவாக்கம் எனலாம். (GNS என்பது Gelfard, Naimark, Segal) ஆகியோரைக் குறிப்பதாகும்.

உயர்தேர்வு விதிகள் பற்றிய கொள்கையிலிருந்து தொலை தொடுகோட்டு நிறைவுக்கான முக்கியமான உட்கருத்து ஒற்றைப் பெறமுடிகிறது. புலக்கொள்கை கொடுக்கப்பட்ட லக்ராஞ்சியினிலிருந்து (Lagarangian) உருவாக்கப்பட்டதெனில் அதன் ஃகில்பர்ட் புறவெளி $\mathcal{H}_o$ ஆகும். அதாவது வெற்றிடப் பகுதியின் பெருங் கொள்கையாகும். ஃகில்பர்ட் புறவெளி $\mathcal{H}, \mathcal{H}_o$ எனும் சரியான துணைப்புறவெளியைக் கொண்டிருந்தால் அதன் மிகையான புல மாறிகள் $\mathcal{H}$ இல் செயல்பட்டு $\mathcal{H}_o$-வை அப்படியே மாறாததாக விட்டுவிடுகின்றன எனில் தொலைதொடுகோட்டு நிறைவு $\mathcal{H}_o$ இல் தோல்வி அடையும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். ஏனெனில் வெற்றிடப்பகுதியில் பல்துகள் நிலைகள் குவாண்டம் எண்களைக் (Quantum Numbers) கொண்டுள்ளன. அவற்றில் சில ஒற்றைத் துகள் நிலைகள் குவாண்டம் எண்களைப் பெறவில்லை.

கு.மு

நூலோதி

Encyclopaedia of Physics. Addison - Wesley Publishing co., *"Isotope separation"*. Edited by Lerner (RITA. G.) & Trigg (GEORGE. L) *1981*.

அடிசன் நோய்

"இது வரவரத் தளர்ச்சியூட்டும் குருதிச் சோர்வுடன் மேனியில் ஊதாநிறம் படர்விக்கும் நோய் வகை ஆகும்". அண்ணீரகம் என்ற நாளமில்லாச் சுரப்பியின் பெரும்பாகம் அழிந்து போவதால் அடிசன் நோய் ஏற்படுகிறது. இதற்கு ஈடுசெய்யும் மருந்துகளை உட்கொள்வதால் நோயின்றி வாழ முடியும். இருப்பினும் இடையிடையே ஏற்படக்கூடிய அடிசோனியன் நெருக்கடி நிலைமை பற்றிக் கவனமாக இருக்க வேண்டும். முதன் முதலில் 1855 ஆம் ஆண்டு அடிசன் என்பவரால் இந்நோய் விவரிக்கப்பட்டது. தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பியான பிட்யூட்டரி சுரப்பி சரியாக வேலை செய்யாவிடினும், அதன் காரணமாக அண்ணீரகம் பாதிக்கப்படினும் சுரப்பியின் புறப்பகுதியில் குளோகோகார்டிகாய்டு (Glucocorticoid) சுரக்கும் பகுதி மட்டுமே பாதிக்கப்படுகிறது. ஆனால் அண்ணீரகத்தின் புறப்பகுதி முதன்மையாகப் பாதிக்கப்படும்போது அதன் குளோகோகார்டிகாய்டு சுரக்கும் பகுதியும், மினரலோகார்டிகாய்டு (Mineralo corticoid) சுரக்கும் பகுதியும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இப்படி ஏற்படும் நிலைக்குத் தான் அடிசன் நோய் என்று பெயர்.

நோய்க் காரணங்கள்

தன் ஒவ்வாமை (Autoimmune disease), காசநோய், இஸ்டோபிலாஸ்மோசிஸ் (Histoplasmosis), அமை

லோடோசிஸ் (Amylodosis), புற்றுநோய் முதலிய காரணங்களினால் அண்ணீகரப் புறப்பகுதியின் பெரும் பகுதிகள் அழிந்துபட்டு அடிசன் நோய் ஏற்படுகிறது.

நோய்க் குறியியல்

அடிசன் நோயின் தொடக்க காலத்தில் அண்ணீரகப் புறணியில் திசுக்கள் குறைகின்றன. அவ்விடத்தில் அழற்சி உண்டுபண்ணுகிற திசுக்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இதனால் புறணியில் திசுக்கள் அங்கங்கே கூட்டம் கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றன. நோய் முற்றிய நிலையில் புறணி தேய்ந்தும், மெலிந்தும் காணப்படுகிறது. அண்ணீகரப் காப்பு மூலங்கள் (Anti-bodies) இரத்தத்தில் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக 15 வயதிற்கு மேற்பட்டவரிடமே இந்நோய் காணப் படுகிறது. இது ஆண், பெண் இரு பாலரையும் சம மாகவே பாதிக்கிறது. பெரும்பாலும் இது ஓர் இடை நிகழ்ச்சியாக ஏற்படுகிறது. அல்லது வேறு ஏதாவது கடுமையான நோய்ப் பாதிப்பைத் தொடர்ந்தோ, அறுவைச் சிகிச்சையைத் தொடர்ந்தோ, அடிபட்டுக் காயம் ஏற்பட்ட நிலையைத் தொடர்ந்தோ ஏற் படலாம்.

நோய் அறிகுறிகள்

தளர்ச்சி, சோர்வடையும் நிலை, நிறத்தில் மாற்றம், பசியின்மை, வாந்தி, வயிற்றுப்போக்கு, தடைப்பட்ட மயிர் வளர்ச்சி ஆகிய நோய் அறிகுறிகள், குளோகா கார்டிகாய்டு சுரக்கும் பகுதி பாதிக்கப்படுவதால் விளை கின்றன.

எடை குறைவு

உடலில் நீர் வற்றிய நிலை, குறைந்த இரத்த அழுத் தமும் சிறுத்த இதயமும், மயக்கம், தலைசுற்றல் ஆகியவை மினரலோகார்டிகாய்டு சுரக்கும் பகுதி பாதிக்கப்படுவதால் விளைவன.

நோயின் கடுமைக்கேற்பத் தளர்ச்சியும், சோர்வடை யும் நிலையும் அதிகமாகின்றன. தசைத் தளர்ச்சியோடு நரம்புத் தளர்ச்சியும் ஏற்படுகிறது. இதனால் நிதானம் இழத்தல், கோபித்தல் ஆகியவையும் ஏற்படுகின்றன. பொதுவாக கறுப்பு அணுக்கள் தோலில் சேர்க்கப்படு வதால் அவை உடலின் வெளியில் தெரியும் பகுதிகளி லும், துணியால் மூடப்பட்ட பகுதிகளிலும் கருமை நிறம் அதிகரித்து ஊதா நிறம் ஏற்படுகிறது. அதிலும் முழங்கால், உள்ளங்கையின் மடிப்புகள், முலைக்காம் பின் அடிப்பாகம், உதடு, ஈறு, முழங்கை ஆகிய இடங் களில் திட்டுத் திட்டாகக் கருமை நிறம் காணப்படும். மற்றும் 15% பேருக்குக் கறுப்பு அணுக்கள் குறைந்து வெளிர் திட்டுக்கள் ஏற்படலாம். இரைப்பையில் அமிலம் சுரக்கும் திசுக்கள் மிகவும் குறைந்து போவதா லும், குடலின் அசைவுத் தன்மை பாதிக்கப்படுவ தாலும் இவை ஏற்படுகின்றன. பொதுவாக எல்லா இடங்களிலும் மயிர் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது, முக்கிய மாகப் பெண்டிரின் அக்குளில் மயிர் வளர்ச்சி தடைப்படு கிறது. எடைக்குறைவு ஒரு முக்கிய அறிகுறியாகும். இது பசியின்மையாலும், அதிகமாக உப்புச்சத்து இழக்கும் தன்மையால் ஏற்படும் உடலின் நீர்வற்றிய நிலையாலும் ஏற்படுகிறது. உடலில் நீர்வற்றிய நிலை யால் குறைந்த இரத்த அழுத்தமும் அதனால் சிறுத்த இதயமும் அமைகின்றன. உடலில் நீர்வற்றிய நிலையின் காரணத்தாலும், பசியின்மையால் ஏற்படும் விளைவு களினாலும், தலைசுற்றல், மயக்கம் ஆகியவை ஏற்படு கின்றன. மேலே குறிப்பிடப்பட்டவை தவிர மேலும் சில அறிகுறிகள் இருக்கலாம். தசை சுண்டியிழுத்தல், கை கால்களில் முடக்குவாதம், பல் சொத்தை ஆகியவை காணப்படலாம். ஆனால் இனப்பெருக்கத் தைச் சார்ந்த பாகங்களும், அவற்றின் வேலைகளும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

நோய் அறிதல்

குறைந்த இரத்த அழுத்தம், எடைக்குறைவு, பசி யின்மை, தளர்ச்சி, கருநிறமாற்றம் ஆகிய பல அடை யாளங்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம். அடிசன் நோயின் அறிகுறிகள் வேறு சில நோய் நிலைகளிலும் ஏற்படக்கூடும். ஆகையால் ஆய்வு மூலம் கண்டு பிடிப் பதே சாலச் சிறந்தது. குளோகோகார்டிகாய்டுஅளவை யும், மினரலோகார்டிகாய்டு அளவையும் கண்டுபிடிக்கப் பல்வேறு முறைகள் உள்ளன. முதலில் இரத்தத்தில் உள்ள கார்டிகாய்டு அளவைக் கண்டுகொள்ள வேண்டும். பிறகு 0.25 மில்லிகிராம் அளவு "செயற் கையான 24 அமினோ அமிலம் ஏ.சி.டி.எச்" (A.C.T.H) என்னும் பொருளைத் தசைக்குள் ஏற்றி முப்பது நிமிடங்கள் கழித்து இரத்தத்தில் உள்ள கார்டி காய்டு அளவைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டும். சாதாரண மாக உள்ளவர் களுக்கு கார்டிகாய்டு அளவு இரண்டு மடங்குக்கு மேலாக அதிகரிக்கும். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்குக் கார்டிகாய்டு அளவு இவ் வளவு அதிகமாவதில்லை. இதைத்தவிர மற்ற இரத்த ஆய்வுகளில் ஓரளவு குறைந்த வெள்ளைத் திசுக்களின் அளவையும், இரத்தத்தின் சர்க்கரைப்பொருள் அள வின் குறையையும் காணலாம். சிறுத்த இதயத்தைக் காணலாம். முதல் இடுப்பு எலும்பு அளவில் சுண்ண மயமாக்கப்பட்ட (Calcification) இடங்கள் தென் படலாம். காரணமின்றிச் சில இனங்களில் காணப்படும் ஊதாநிறம் மற்ற தன் ஒவ்வாமை நோய்கள் இரத்த சோகை, காசநோய், பசியின்மையோடு கூடிய நரம்புத் தளர்ச்சி ஆகியவைகளிலிருந்தும் அடிசன் நோயை அதன் முக்கிய நான்கு குணக்குறிகளான குறைந்த இரத்த அழுத்தம், எடைக்குறைவு, பசியின்மை, தளர்ச்சி ஆகியவை மூலமும், கார்டிகாய்டு அளவுப் பரிசோதனை மூலமும் பிரித்து அடையாளம் கண்டு கொள்ளலாம்.

சிகிச்சை முறை

எல்லாச் சிகிச்சை முறைகளும் கார்டிசான் (Cortisone) அளவைச் சரி செய்வதையே நோக்கமாகக் கொண் டவை. அதிக உப்புச்சத்துள்ள உணவை உட்கொள்

வதாலேயே மினரலோகார்டிகாய்டு அளவைச் சரி செய்து விடலாம். அதற்கெனத் தனியாக மருந்துகள் அவசியமில்லை. கீழ்க்கண்ட மருந்துகள் கொடுக்கப் படுகின்றன. 35 மில்லிகிராம் முதல் 27.5 மில்லிகிராம் வரை கார்டிசான் அசிட்டேட்டை (Cortisone acetate) நாளொன்றுக்கு மொத்தமாகவோ இரண்டு, மூன்று வேளைக்கெனப் பிரித்தோ உட்கொள்ளலாம். அல்லது 0.1 மில்லி கிராம் முதல் 0.3 மில்லிகிராம் வரை புளூரோகார்டிசான் அசிடேட்டை (Fluro cortisone acetate) நாளொன்றுக்கு உட்கொள்ளலாம்.

அடிசோனியன் நெருக்கடி நிலைமை (Addisonian crisis) அடிசன் நோய் உள்ளவர்கள் முறைப்படி வைத்தியம் செய்து கொள்ளாதிருக்கும் போதும், வேறு ஏதாவது நோயால் பாதிக்கப்படும் போதும் ஏற்படக் கூடிய ஓர் ஆபத்தான நிலைமையாகும். இந்த நிலைமையில் இரத்த அழுத்தம் மிகவும் குறைந்து, அதிர்ச்சி நிலை ஏற்பட்டு, உயிருக்கே ஆபத்து ஏற்படும் சூழ்நிலை உருவாகிறது. இந்த நெருக்கடி நிலைமையில் உள்ளவர்களுக்கு உடனே சிரை வழியாக நீர் ஏற்றி அவர்களின் உடம்பிற்குத் தேவையான உப்புச்சத்து அளவு, நீரின் அளவு ஆகியவைகளைச் சரி செய்தல் வேண்டும். குளுகோ கார்டிகாய்டு மருந்தையும் ஏற்ற வேண்டும்.

முற்காப்பு முறை

எனவே அடிசன் நோய் உள்ள அனைவரும் இத்தகைய நெருக்கடி நிலைமை தங்களுக்கு எப்போது வேண்டுமானாலும் நேரலாம் என்பதைத் தெரிந்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். மேலும் அவர்கள் தன் முகவரி எழுதிய தாளை எப்போதும் வைத்திருக்க வேண்டும். அத்துடன் ஒரு தூய்மையான மருந்து ஏற்றும் பீச்சாங் குழாயில் 4 மில்லிகிராம் அளவு டெக்சோமெதாசோன் பாஸ்பேட் (Dexomethasone phosphate) என்ற மருந்தை 1கன சென்டிமீட்டர் தூய நீரில் கலந்து உடனே மருந்து ஏற்ற வசதியாக வைத்திருத்தல்வேண்டும். மேலும் ஓர் அட்டையில் தன் நோய் பற்றியும், ''நான் மயக்கமடைந்தால் ஒரு மருத்துவரை உடனே அழைத்து என் சட்டப்பையில் உள்ள மருந்தை ஏற்றச் சொல்லுங்கள்'' என்ற அறிவிப்பையும் வைத்திருத்தல் நலம். இவற்றை உடனே செய்தபின் அவர்களை அருகிலுள்ள மருத்துவமனையில் சேர்த்து ஏற்கெனவே கூறியுள்ளபடி சிரை வழியாக நீரேற்றி, உப்பு அளவு, நீர் அளவு ஆகியவற்றைச் சரிசெய்ய வேண்டும். இப்படிச் செய்து அவர்களின் உயிரைக் காப்பாற்றலாம்.

சு.து.

நூலோதி

1. *Oxford Text Book of Medicine* - Oxford University Press. New York, U.S.A-1983.

2. *Price: Text Book of Medicine*.

3. **Paul B. Beeson, M.D., Walsh McDermott, M.D.,** *Text Book of Medicine* - Fourteenth Edition Asian Edition - 1975. W. B. Saunders Company, Igaku shoin Ltd., Tokyo.

அடிநிலை

ஒரு தனித் துகள் அல்லது பல துகள்கள் உள்ள ஒரு தொகுதியின் மிகக் குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்தில் அமையும் நிலைத்த நிலை, குவாண்டம் இயக்கவியலில் அடிநிலை என வரையறுக்கப்படுகிறது. இந்த அடிநிலை வரம்புள்ளதாகவும் வரம்பற்றதாகவும் அமையலாம். வரம்புள்ள நிலையில் இந்நிலையின் ஆற்றல் அடுத்த ஆற்றல் மட்டத்தை விட அதாவது முதல் கிளர் நிலை ஆற்றலைவிடக் குறைந்ததாக இருக்கும். ஆற்றல் அடிநிலைக்கும் முதல் கிளர்நிலைக்கும் வேறுபாடாய் உள்ள குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை அவ்வமைப்பிற்கு ஊட்டும் போது, அடிநிலையில் உள்ள அமைப்பு முதல் கிளர் நிலைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. முதல் கிளர் நிலை, அடிநிலைக்கு நிலையற்றதாக இருப்பதால், முன்பு உட்கவர்ச்சி ஆற்றலை வெளிவிட்டு அடிநிலையை அடைகின்றது. இந்நிகழ்ச்சிகளே உட்கவர் மற்றும் வெளிவிடு நிறமாலைகளுக்குக் காரணமாக அமைகின்றன.

முடிவிலாத் தொலைவில் துகள்களைப் பிரித்து வைக்கும்போது நிலை ஆற்றல் சுழியாக இருக்கும். எதிர்க் குறி மதிப்புடைய அடிநிலை (Negative ground state) ஆற்றல் கட்டாற்றல் ஆகும். இந்தக் கட்டாற்றல் அத்தொகுதியிலுள்ள துகள்களை முடிவில்லாத் தொலைவுக்குக் கொண்டு செல்லத் தேவைப்படும் ஆற்றலுக்குச் சமம்.

பார்க்க:— கட்டாற்றல், அணுக்கரு, ஆற்றல் மட்டம், குவாண்டம் இயக்கவியல்; கிளர்நிலை; குவாண்டம் கோட்பாடு, சார்பிலா; நிலைத்த நிலை.

அடிநீர்த்துளை

சிறுநீர்ப் பையிலிருந்து சிறுநீர்க்குழாய் வழியாக சிறுநீர் வெளியேறும். ஆண்களில் சிறுநீர்குழாயின் வளர்ச்சியில் மாற்றம் ஏற்பட்டு, சிறுநீர்க்குழாய் ஆண்குறி (Penis) முனையின் மையத்தில் முடிவுறாமல் இடையில் அல்லது மையம் விலகி அல்லது ஆண்குறியின் தண்டு பாகத்தில் எங்காவது கீழ்நோக்கி முடிவுற்றுச் சிறுநீர் அந்த ஓட்டை வழியாக வெளியேறும். இது அடிநீர்த்துளை (Hypospadias) எனப் படும்.

நோயின் தன்மைகள்

1. சிறுநீர்ப் புறவழியின் துளை ஆண்குறியின் தலைப் பகுதியின் அடிப்பாகத்தில் அல்லது ஆண்குறியின் தண்டுபாகத்தின் அடிப்பாகத்தில் கீழ்நோக்கி அமைந்திருக்கும்.

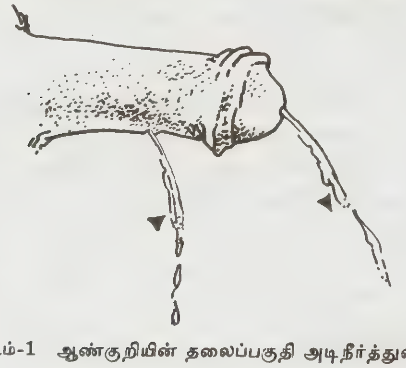
2. அடிநீர்த்துளை ஆண்குறியின் தண்டுபாகத்தில் அமைந்திருந்தால், அடிநீர்த்துளைக்கு நெடிது விலகிய (distal) ஆண்குறி கீழ்நோக்கி முன்புறமாக வளைந்து காணப்படும்.

   சிறுநீர்ப் பாதையின் முடிவுக்கு நெடிது விலகிய ஆண்குறியின் மென்மையான பஞ்சு போன்ற அமைப்பு குன்றிக் கடுமையான இணைப்புத் திசு நார்களால் முறுக்கேற்றப்பட்ட தூம்பு போன்று உட்புறமாக் வளைந்து இருப்பது ''ஆண்குறி வளைவு'' (choroee) எனப்படும்.

   இயல்பாக அமைய வேண்டிய இலக்கிலிருந்து எந்த அளவுக்கு மையம் நோக்கி அடிநீர்த்துளை அமைகிறதோ அவ்வளவுக்கு அதிகரித்தே ஆண்குறியின் வளைவு (proximal) அமைந்திருக்கும்.

3. ஆண்குறியின் தலைப்பகுதியை மூடிவைக்கும் தோல்பகுதி (prepuce) உடலின் முன் பாகத்திற்கு அருகே சிறுத்து வளர்ச்சி பெற்றிருக்கக்கூடும்.

4. சிறுநீர்ப்பாதையின் தொடக்கமும், அத்தோடு இணைந்த சுருக்குத்தசையும் (sphincter) இயல்பாகவே அமைந்திருந்தாலும் பெரும்பான்மையாக விரை சிறுத்தே (cryptorchidism) அமைந்திருக்கும்.

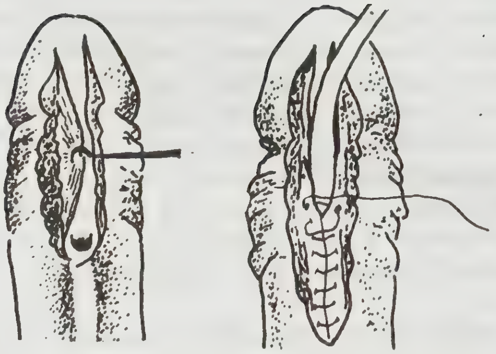


படம்-1 ஆண்குறியின் தலைப்பகுதி அடிநீர்த்துளை

மிகப் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகின்ற ஓர் அடிநீர்த்துளை அமைப்பு, கரு வளர்ச்சிக் காலத்தில் ஆண்குறியின் தலைப்பாகத்தில் புறத்திலிருந்து உள்நோக்கித் துளை அமைவது குன்றுவதால் தலைப்பகுதி அடிநீர்த்துளை உருவாகின்றது.

அடிநீர்த்துளை உருவாகக் காரணங்கள்

முதல் வகையாகக் குறிப்பிட்ட தலைப்பகுதி அடிநீர்த்துளை நீங்கலாக ஏனைய வகைகள் கருவளர்ச்சிக்



படம்-2 ஆண்குறியின் தண்டுப்பகுதி அடிநீர்த்துளை (penile)

படம்-3 ஆண்குறியின் கவரும் பகுதி அடிநீர்த்துளை (perineal)

காலத்தில் சிறுநீர்ப் புறவழியின் (Urethrm) அடித்தளம் அமைக்கும் ஆண்குறியின் பஞ்சுத்தசை (Corpus spongiosm) முறையாக உருவாகாமல் மென்மைத் தன்மை மாறுபடுவதால் அமைகின்றன.

அடிநீர்த்துளையால் ஏற்படும் குறைபாடுகள்

1. ஆண்குறி கீழ்நோக்கிக் கோணலாக வளைந்து இருப்பதாலும், ஆண்குறியின் பஞ்சுத் தசை மாறுபட்டு விறைப்பு ஏற்படுத்த இயலாவண்ணம் இருப்பதாலும் பல வேளைகளில் கலவிக்குச் சாத்தியமில்லாமல் போய் விடுகிறது.

2. சிறுநீர்ப் பாய்ச்சலோட்ட (Stream) வேகத்தைக் குறைக்கும் வண்ணம் உள்ள புறத்துளை அமைப்பும், நின்று கொண்டு சிறுநீர் கழிக்க முடியா வண்ணம் உள்ள வளைவும் இயல்பான சிறுநீர்க்கழிப்புக்கு இடையூறாக அமைகின்றன.

3. இனப்பெருக்கக் காலத்தில் பெண்குறியின் (Vagina) ஆழமான பகுதியில் விந்தினைச் செலுத்த இயலாத தாக அமைவதால் அது ஆண் மலட்டுத்தன்மைக்கு அடிகோலுகின்றது.

அறுவை மருத்துவச் சிகிச்சை

பள்ளி வயதுக்குமுன், பெருவாரியாகப் பயனளிக்கக் கூடிய அறுவை முறையைக் கையாண்டு, ஆண்குறியின்

வளைவை நிமிர்த்த, சிறுநீர்ப்புற வழியைச் சீரமைக் கும் ஒட்டு முறை (Plastic reconstractic) அறுவைால் திருத்தம் செய்வது சிறந்த சிகிச்சையாகும்.

பழ.பா.

நூலோதி

British Medical Journal
Volume - 290 - P - 839 - 840,
1985.

அடிப்படை அதிர்வெண்

ஓரமைப்பு தடையின்றி அதிரும் மிகக் குறைந்த அதிர் வெண்ணே அடிப்படை அதிர்வெண் (Fundamental Frequency). அதிர்வெண்ணில் நிகழும் அதிர்வு முறை யை (Mode of Vibration) அடிப்படை அதிர்வு முறை என்பர். ஒரு பொருள் அதிர்வுறும் போது அதன் அடிப் படை அதிர்வெண்ணோடு கூட வேறு பல அதிர்வெண் களும் இணைந்திருத்தல் இயல்பு. இந்தச் சிக்கலான அதிர்வு பல சைன் வடிவ (Sinusoidal form) அலைகளின் தொகுதியாகும். இத்தொகுதியில் அடங்கும் மிகக் குறைந்த அதிர்வெண் உள்ள உறுப்பு அடிப்படை உறுப்பு எனப்படும். இந்த அடிப்படை உறுப்பின் அதிர்வெண்ணே அடிப்படை அதிர்வெண் என வழங்கும்.

பார்க்க: அதிர்வு முறை

அடிப்படை இடையீட்டு வினைகள்

அடிப்படைத் துகள்களால் ஆன பருப்பொருளில், அத்துகள்களுக்கிடையே செயல்படும் அடிப்படை விசைகள் இடையீட்டு வினைகள் (Fundamental interaction) எனப்படும். இவற்றை நான்கு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

1. ஈர்ப்பு இடையீட்டுவினைகள் (Gravitational interaction)
2. மின்காந்த இடையீட்டுவினைகள் (Electromagnetic interaction)
3. குறைவலிமை இடையீட்டுவினைகள் (Weak interaction).
4. மிகு வலிமை இடையீட்டுவினைகள் (Strong interaction).

இடையீட்டு வினை என்றால் என்ன? ஒரு பருப் பொருளின் இயக்கம் அல்லது ஓய்வுநிலை மற்றொரு பருப்பொருளினால் கட்டுப்படுத்தப்படுமானால் அவ் விரு பருப்பொருள்களும் இடையீட்டுவினையில் ஈடு பட்டிருக்கின்றன என்று கூறலாம். மேற் குறிப்பிட்ட நான்கு வகையான வினைகளுக்கு, நான்கு வகையான அடிப்படை விசைகள் - ஈர்ப்பு, மின்காந்த, மிகு வலிமை, குறை வலிமை விசைகள் காரணமாக இருக் கின்றன.

குறிப்பிட்டுள்ள நான்கு விசைகளுள் முதலாவதாக உணரப்பட்டது ஈர்ப்புவிசையே. சென்ற நூற்றாண்டி லேயே இதைப்பற்றி ஓரளவு தெரிந்து வைத்திருந்தார் கள். ஈர்ப்புவிசையே பேரண்டத்தில் உள்ள விண்மீன் கள் கோள்கள் ஆகியவற்றின் இடையறாத இயக்கங் களுக்குக் காரணமாக உள்ளது. ஒரு பருப்பொருள் மற்றொரு பருப்பொருளைக் கவர்ந்திழுக்கின்றது என்ப தால் ஈர்ப்புவிசை அனைத்திற்கும் பொதுவானது. இந்த ஈர்ப்புவிசை பருப்பொருள்கள் மின்னேற்றமுள்ளவையா னாலும், இல்லாவிட்டாலும், காந்தமானாலும், இல்லா விட்டாலும், கதிரியக்கமுடையனவானாலும், இல்லா விட்டாலும், அவைகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவின் இருமடிக்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றது. பருப்பொருள்களின் நிறைக்கு ஏற்பவும் இருக்கின்றது. இதன்படி m_1, m_2 நிறையுடைய இரு பருப்பொருள்கள் d தொலைவில் இருக்கும்போது, அவைகளுக்கிடையேயான ஈர்ப்பு விசை (F_g)யை

$$F_g = G.\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

என்று குறிப்பிடலாம். இதில் G என்பது ஒரு மாறிலி. இதன் மதிப்பு 6.670×10^{-11} நியூட்டன்-மீட்டர்^{2}/கிலோகிராம்^{2} ஆகும்.

ஈர்ப்பு விசை மற்ற மூன்று விசைகளைக் காட்டிலும் வலிமையால் மிகக் குறைந்தது. இது எப்போதும் கவர்ச்சி விசையாகவே இருக்கும் என்று சொல்ல முடி யாது. ஒரு பொருளும் எதிர்ப்பொருளும் (Anti matter) இடையீட்டு வினையில் ஈடுபடுமானால், ஈர்ப்பு விசை யால் அவை ஒன்றையொன்று தள்ளிக் கொள்ளுகின் றன. இது எதிர் ஈர்ப்பு (Anti Gravity) எனப்படும். ஆய்வுக் கூடங்களில் எதிர் ஈர்ப்பை உணர முடிவ தில்லை. ஏனெனில் துகள்-எதிர்த்துகள்களிடையே உள்ள வலிமை குறைந்த எதிர் ஈர்ப்பு விசை அவற்றிற் கிடையேயுள்ள வலிமை மிக்க மின்காந்த விசையால் முழுதுமாகப் புறக்கணிக்கப்பட்டு விடுகின்றது. மேலும் பொருள் உலகில் எதிர்ப்பொருளும், எதிர்ப்பொருள் உலகில் பொருளும் நிலையாக இருக்கவே முடியாது. அவை ஒன்றையொன்று அழித்துக் கொள்ளவே முயலும்.

காந்தம் என்பது இரு சமமானதும் எதிரானதுமான வட தென் காந்த முனைகளைக் கொண்டுள்ளதாக இருக்கும். ஒத்த காந்த முனைகள் ஒன்றை ஒன்று எதிர்த்துத் தள்ளுவதற்கும், வேறுபட்ட காந்த முனை கள் கவர்ந்திழுப்பதற்கும் காந்த விசையே காரணமாக இருக்கின்றது. காந்த விசையும் ஈர்ப்புவிசை போல

ஒரு தலைகீழ் இருமடி விதிக்கு (Inverse square law) உட்பட்டிருக்கின்றது. இதன்படி m_1, m_2 என்ற முனை வலிமை (Pole strength) உடைய இரு காந்த முனை களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு d ஆனால், அவற்றுக் கிடையே செயல்படும் காந்த விசை F_m,

$$F_m = \frac{m_1 \ m_2}{4\pi\mu d^2}$$

இதில் μ என்பது ஊடகத்தைப் பொறுத்து அமையும் ஒரு மாறிலி. இதை ஊடகத்தின் உட்புகு திறன் (permeability) என்பார்கள். வெற்றிடத்தில் இதன் மதிப்பு $4\pi \times 10^7$ வீபர்^{2}/நியூட்டன்-மீட்டர்^{2} ஆகும்.

காந்த இருமுனை போலன்றி மின் முனைகள் நேர் அல்லது எதிர்மின்னூட்டமுடைய தனித்துகள்களாக இருக்க முடியும். ஒரு துகள் பெற்றிருக்கும் மின்னூட் டத்தை அதன் மின் ஒரு முனைத் திருப்புத்திறன் (Electric monopole moment) என்பர். ஒத்த மின் னூட்டமுடைய துகள்கள் ஒன்றை ஒன்று எதிர்த்துத் தள்ளுவதற்கும், வேறுபட்ட மின்னூட்டமுடைய துகள் கள் கவர்ந்திழுப்பதற்கும் இங்கு மின் விசையே காரண மாக இருக்கின்றது. மின்விசையும் ஒரு தலைகீழ் இருமடி விதிக்கு உட்பட்டிருக்கின்றது. இதன்படி q_1, q_2 என்ற இரு மின் முனைகள் d தொலைவில் இருந்தால் அவற் றுக்கிடையே செயல்படும் மின் விசையை (F_e).

$$F_e = \frac{q_1 \ q_2}{4\pi\epsilon d^2}$$

என்று காட்டலாம். இங்கு ϵ என்பது ஊடகத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும் ஒரு மாறிலி. இப்பொழுது வெற்றிடத்தில் உள்ள ஒரு புரோட்டானுக்கும் ஓர் எலெக்ட்ரானுக்கும் இடையே எழும் ஈர்ப்பு விசையை யும் மின் விசையையும் ஒப்பிட்டுப் பார்ப்போம். அவற் றுக்கிடையே செயல்படும்.

$$\text{ஈர்ப்பு விசை} \quad F_g = G \frac{m_p \ m_e}{d^2}$$

$$\text{மின்விசை} \quad F_e = \frac{1}{4\pi \epsilon} = \frac{e^2}{d^2}$$

$$\text{எனவே,} \quad \frac{F_e}{F_g} = \frac{e^2}{4\pi \epsilon} \quad \frac{1}{G \cdot m_p \cdot m_e}$$

$$= 2.271 \times 10^{39}$$

அதாவது மின்னூட்டமுடைய இரு துகள்களுக்கிடையே செயல்படும் மின்விசை அத்துகள்களுக்கிடையே செயல்படும் ஈர்ப்புவிசையைவிட 10^{39} மடங்கு அதிக வலிமையுள்ளது. இதனால் அடிப்படைத்துகள் பற்றிய இயற்பியலில் இந்த ஈர்ப்பு விசை முற்றிலும் புறக்கணிக் கப்படுகின்றது.

மின்னூட்டத்தைக் கொண்டு காந்தப் புலத்தை ஏற்படுத்துவதையும், காந்தப் புலத்தைக் கொண்டு மின்னூட்டத்தை ஏற்படுத்துவதையும் அறிந்து கொண்ட பின்னர் காந்த விளைவுகளும், மின் விளை வுகளும் முற்றிலும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர் புடையனவே என்று புலனலாயிற்று. பின்னர் மாக்ஸ் வெல் (J. C. Maxwell) என்ற பேரறிஞர் மின்காந்தப் புலத்தின் மூலம் காந்தவிசையையும் மின்விசையையும் ஒருங்கிணைத்தார். மேலும் மின்காந்த அலைகளும் ஒளி அலைகளும் ஒன்றே என்பதையும் தெளிவுபடுத் தினார். மின்விசை காந்த விசைகளின் ஒருங்கிணைப் பிற்குப்பின் உருவான மின்காந்த விசையே மின் னூட்டம் பெற்ற துகள்களின் சில இடையீட்டு வினை களுக்கும், ஃபோட்டான் துகள் விளைவிக்கும் இடை யீட்டு வினைகளுக்கும் காரணமாக இருக்கின்றது.

மேற்குறிப்பிட்ட விசைகளைத் தவிர வேறு விசை களே இல்லையெனக் கொண்டால், நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற இரு புரோட்டான்கள் அணுக்கருவினுள் ஒட்டிக் கொண்டிருப்பது எங்ஙனம் நிகழும் என்ற ஐயம் எழு கின்றது. அணுக்கருவின் நிலைப்புத் தன்மையை விளக் கும்பொருட்டாக எழுந்த விசையே அணுக்கருவிசை. அணுக்கருவிசை எல்லாவிசைகளைக் காட்டிலும் பலம் மிக்கதாகும். இவ்விசை கனத்துகள் (Hadrons) களுக் கிடையேயுள்ள அனைத்து இடையீட்டு வினைகளிலும் பங்கேற்கின்றது. கனத்துகள்களும், மெசான்களும், (பயான், கேயான், ஈட்டா, மெசான்)ஹைபரான்களும் அணுக்கருத்துகள்களுள் அடங்கும். அணுக்கருவின் குறைந்த பருமன், பலமிக்க இவ்விசை ஒரு சிறு நெடுக்கை (Short range) விசையாக இருக்கவேண்டும் என்றும், ஏறக்குறைய 1 பெர்மி தொலைவு வரை வினை புரிய வல்லது என்றும் தெரிவிக்கின்றது.

போட்டான்கள், எலக்ட்ரான்கள், மியூயான்கள், நியூட்ரினோக்கள் போன்ற எளிய துகள்கள் ஒரு போதும் மிகுவலிமை விசையாலான இடையீட்டு வினைகளைப் புரிவதேயில்லை. ஆனால் மிகு வலிமை வினைபுரியும் கனத்துகள்கள், குறை வலிமை விசை யாலான வினைகளையும், மின் காந்த விசையாலான வினைகளையும் கூடச் செய்கின்றன.

சில துகள்கள் மிகவும் மெதுவாகச்சிதைவுறுவனவாக இருக்கின்றன: எடுத்துக்காட்டாக, ஹைபரான்களின் சிதைவு, பீட்டாச் சிதைவு, இவற்றைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லலாம். மிகுவன்மை விசையின் காரணமாக இவை ஏற்படுமானால் சிதைவு மிக மிகக் குறுகிய காலத்திற்குள் நடைபெறுவதாக இருக்கும். எனவே இவ்வாறான சிதைவுகளுக்கு, குறைவலிமை விசைதான் காரணமாக இருக்கவேண்டும் என்று பெர்மி கண்டறிந் தார். நியூட்ரினோக்கள் எப்பொழுதும் குறை வலிமை விசையால் மட்டுமே இடையீட்டுச் செயலை ஏற்படுத்து கின்றன.

இந்த நான்கு விசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று வலிமையால் வேறுபட்டிருக்கின்றன. மிகுவலிமை விசையின் வலிமையை 1 எனக் கொண்டால், மின் காந்த விசையின் வலிமை 1/137 எனவும், அல்லது மிகத் தோராயமாக 10^{-2} என்றும், குறை வலிமை விசையின் வலிமை 10^{-14} என்றும், ஈர்ப்பு விசையின் வலிமை 10^{-39} என்றும் ஒப்பிட்டுக் கூறலாம்.

பொதுவாக இரு துகள்களுக்கிடையேயான இடையீட்டுச் செயல் என்பது அலைகளுக்கிடையே பரிமாற்றிக்கொள்ளப்படும்ஓர் இடைநிலைத் துகளின் விளைவேயாகும். இந்த இடைநிலைத் துகளின் தன்மை, இடையீட்டுவினையின் தன்மையைப் பொறுத்தது. இதன்படி மின்காந்த வினைகளில் ஒய்வுநிலையை நிலையற்ற போட்டான் துகளின் பரிமாற்றத்தாலும், ஈர்ப்பு விசையை, ஈர்ப்புத்துகள் (Graviton)களின் பரிமாற்றத்தாலும், மிகு வலிமை இடையீட்டு வினைகளை மெசான்களின் பரிமாற்றத்தாலும், குறை வலிமை வினைகளை இடைநிலை வெக்டர் போசான் (Intermediate vector boson or weakon) களின் பரிமாற்றத்தாலும் விளக்கலாம்.

பொதுவாக இடையீட்டு வினைகளைத் தூண்டும் விசைகளின் வலிமையானது, பரிமாற்றம் நடைபெறும் நேரத்துடனும், அவ்விசை எந்நெடுக்கை வரையிலும் வினையாக்கம் செய்யவல்லதோ அந்நெடுக்கைக்கும் தொடர்புடையது. மிகு வலிமை வினைகளில் இடைநிலைத்துகளான மெசானின் பரிமாற்றம் 10^{-23}வினாடி கால நேரத்திற்குள் நடைபெற்று முடிந்துவிடுகின்றது. விசையின் சிறப்பியல்பைச் சுட்டிக்காட்டும் நெடுக்கையான தொலை, இவ்விடைநிலைத் துகள், ஒளியின் வேகத்தோடு அல்லது அந்த அளவு நெடுக்கைக்குட்பட்ட வேகத்தோடு கடப்பதற்கான காலமும் இதுவே எனக் கொள்ளலாம். மிகு வலிமை விசையின் சிறப்பியல்பு நெடுக்கை 1.5×10^{-15} மீட்டர் ஆகும். எனவே, வினைக்காலம்(t)

$$t = \frac{1.5 \times 10^{-15}}{3 \times 10^{8}} \simeq 10^{-23} \text{ வினாடி.}$$

இதிலிருந்து மின்காந்த வினை இதைப்போல 137 மடங்குள்ள காலத்திலும், தோராயமாக 10^{-21}வினாடி என்ற காலத்திலும், நடைபெறுகின்றது எனலாம். குறைவலிமை வினைகள், வினையில் ஈடுபடும் துகள்களின் ஆற்றலுக்குத் தக்கவாறு மாறுபடுகின்ற காலத்தில் நிகழ்கின்றன. ஈர்ப்பு விசைக்கு இச்சிறப்பியல்பு நேரம் 10^{16}வினாடி ஆகும். இடையீட்டு வினையைத் தூண்டும் விசைகளின் சிறப்பியல்பு நெடுக்கை, அப்போது பரிமாற்றிக் கொள்ளப்படும் இடைநிலைத் துகளின் நிறைக்கு எதிர்விகிதத்தில் இருக்க வேண்டும். என்று கருதுகிறார்கள். ஒளித்துகளும், ஈர்ப்புத்துகளும் ஒய்வுநிலை நிறையற்றவை. எனவே, இத்துகள்களைப் பரிமாற்றிக் கொள்ளும் வினைக்குக் காரணமான விசைகளின் நெடுக்கை முடிவிலியாக இருக்கின்றது. மிகுவலிமை வினைகளில் ஒய்வுநிலை நிலையுடைய பயான் என்ற துகள் பரிமாற்றிக் கொள்ளப்படுவதால் அது செயல்படும் நெடுக்கை ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டதாக இருக்கின்றது. மின்னூட்டமற்ற பயானின் நிறை 2.404×10^{-28}கி.கி. ஆகும். எனவே, விசை செயல்படவல்ல நெடுக்கை 10^{-15} மீட்டர் என்றாலும். இது ஏறக்குறைய ஓர் அணுக்கருவின் பரிமாணத்தைக் குறிப்பிடும் அளவாகும். குறை வலிமை விசையின் சிறப்பியல்பு நெடுக்கை இதனினும் குறைவு. அதன் மதிப்பு 10^{-17}மீட்டர் ஆகும். ஏனெனில் அப்போது பரிமாற்றிக் கொள்ளப்படும் வெக்டர் போசான் மிகவும் நிறை மிக்கதாகும். அதன் நிறை 20மி.எ.வோ. என்றவாறு இருக்லாம் என்று மதிப்பிட்டிருக்கின்றார்கள்.

அடிப்படைத் துகள்களின் இடையீட்டு வினைகளுக்குக் காரணமான இந்த நான்கு விசைகளும் ஒப்பீட்டு அட்டவணை 1 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை - 1

விசை/பண்பு	வலிமை (தன்னிச்சையான அலகில்)	நெடுக்கை (மீ.)	பரிமாற்றுத் துகள்	பரிமாற்றுக் காலம்
மிகுவலிமை விசை	1	10^{-15}	மெசான்	10^{-23}
மின்காந்த விசை	$1/137 10\simeq^{-2}$	ஈறிலி	போட்டான்	10^{-21}
குறைவலிமை விசை	10^{-14}	10^{-17}	வெக்டர் போசான்	$10^{-19}-10^{3}$
ஈர்ப்பு விசை	10^{-39}	ஈறிலி	ஈர்ப்புத்துகள்	10^{16}

இடையீட்டு வினைகளின் ஒருங்கிணைப்பு

ஃபாரடே, மாக்ஸ்வெல் ஆகியோர் தனித்தனியான மின்னியல் விசைகள், காந்தவியல் விசைகளை ஒருங்கிணைத்தனர். இதுபோல உயர் ஆற்றல் இயற்பியல் அறிஞர்கள் நான்கு இடையீட்டு வினைகளையும் ஒருங்கிணைக்க முயன்றனர்.

முதலில் ஆல்பர்ட் அய்ன்ஸ்டீன் தன் வாழ்நாளின் இறுதிக் காலத்தில், ஈர்ப்பு, மின் காந்த விசைகளை இணைக்கப் பெரிதும் முயன்றார். அவர் இடம் காலத்தின் வளைவின் (Curvature of space and time) விளைவால் தோன்றுவதே ஈர்ப்பு என அறிந்தார். இதே கொள்கையின் அடிப்படையில், மின்காந்தயியலையும் அறிந்து கொண்டால், இவ்விரண்டின் ஒருங்கிணைப்பும் உறுதியாகிவிடும் எனக் கருதினார். ஆனால் அவர் பல்லாண்டுகள் முயன்றும் தம் முயற்சியில் வெற்றி பெற்றாரில்லை.

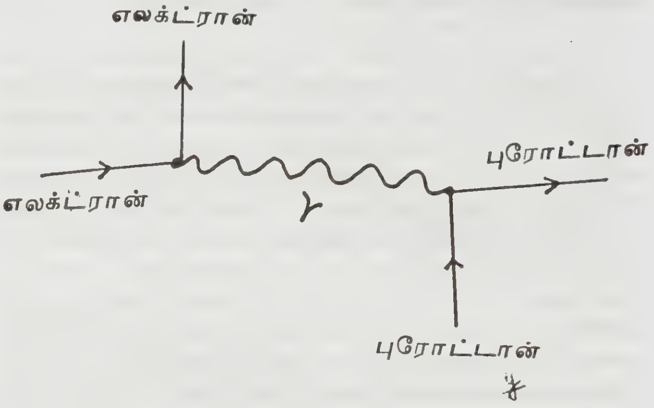
அடுத்து, சுவிங்கர் (Schwinger) என்பவர், மின்காந்தவியலில் நிகழும் இடையீட்டுவினைகள் போட்டான்களின் பரிமாற்றத்தால் நிகழ்தல் போன்று குறைவ்லிமை வினைகளும் மின்னூட்டந்தாங்கிய வலிமையற்ற இடைவினைக் குவாண்டங்களின் (வெக்டர் போசான்) பரிமாற்றத்தால் நிகழலாம் எனச் சுட்டிக்காட்டினார். இதன் அடிப்படையில் கிளாஸ்கோ, (Glasgow) அப்துஸ்ஸலாம் (Abdus Salam) ஆகியோர் குறைவலிமை இடையீட்டுவினையையும் மின்காந்தவியலையும் ஒருங்கிணைக்கக் கருதினார். மின்னூட்டங் கொண்ட குறைவலிமை இடைவினைக் குவாண்டங்களாக W^+, W^- ஆகியவை உண்மையிலேயே உள்ளனவா அல்லது கற்பனையா எனக் கண்டறிய 1957 ஆம் ஆண்டு பல ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. வெக்டர் போசான்கள் போட்டான்களைப் போன்று, உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சியை (Intrinsic Spin) $\hbar$ கொண்டிருக்க வேண்டும் என்றும் அவற்றின் நிறைகள் 37 கெ. எ.வோ. (Gev)க்கு மேல் இருக்க வேண்டும் எனவும் கருதினர்.

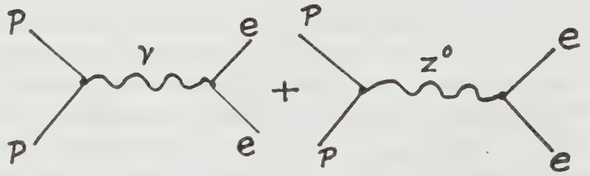
வெயின்பர்க்கும் (Weinberg) அல்துஸ்ஸலாமும் ஒருங்கிணைப்புக் கொள்கையினை மேலும் விரிவுபடுத்தினர். இதனால் Z° என்ற வெக்டர் போசானின் பரிமாற்றம் நன்கு விளக்கப்பட்டது (எ.கா.).

$$\gamma_\mu + P \longrightarrow (\gamma_\mu + Z^\circ) + P$$
$$\longrightarrow (\gamma_\mu + (Z^\circ + P)$$
$$\longrightarrow \gamma_\mu + P$$

மேலும் W^+, W^-, Z° ஆகியவற்றின் நிறைகளையும் முன்கூட்டியே எடுத்தியம்பினர்.

ஒருங்கிணைப்புக் கொள்கையை மெய்ப்பிக்க, உலகின் பல நாடுகளில் உள்ள துகள் முடுக்கி மையங்களில் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. அதில் ஸ்டான் போர்டு மையத்தில் 1978 ஆம் ஆண்டில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளில், புரோட்டானிலிருந்து சிதறும் எலக்ட்ரானில் போட்டானுக்கும் (γ) மின்னூட்டமற்ற வெக்டர் போசானுக்கும் (Z°) இடையே நிகழும் குறுக்கீட்டு விளைவு (Interference) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்கான பெய்மன் படமாவது:





அடுத்ததாக, குவாண்டங்கள் W^+, W^-, Z°, γ ஆகியவை, உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சி $\hbar$ கொண்டிருத்தல் போன்று மிகுவலிமை அணுக்கரு இடையீட்டு வினைகளில் இடைநின்று துணை செய்யும் குவாண்டமான குளுவான்களுக்கும் உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சி $\hbar$ உண்டா எனக் கண்டால் அதுவே இந்த மூன்று இடைவினைகளின் ஒருங்கிணைப்பிற்கு அடிப்படையாகும். குளுவான்களைக் காண்பதற்கு மறைமுகச் சான்றுகள் உள் எனினும் அவற்றின் உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சியை மெய்ப்பிக்க இயலவில்லை. அது மெய்ப்பிக்கப்படுமாயின், இம்மூன்று (மின்காந்தவியல், வலிவற்ற அணுக்கரு, வலிமை மிகு அணுக்கரு) இடையீட்டு வினைகளின் ஒருங்கிணைப்பு முழுமையாகிவிடும். இத்தாலி நாட்டைச் சேர்ந்த இயற்பியல் அறிஞர் கார்லோ ரூபியா (Carlo Rubia), நெதர்லாண்டு நாட்டைச் சேர்ந்த சைமன் வான் டர் மீர் (Simon Vander Meer) ஆகியோர் ஜெனிவாவில் (Geneva) உள்ள ஐரோப்பிய அணுக்கரு ஆய்வு நிறுவனத்தில் மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சியின் விளைவாய் இந்தக் குவாண்டங்களான, W^+, W^-, Z° ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இதற்காகவே இயற்பியலுக்கான 1984ஆம் ஆண்டின் நோபெல் பரிசு இவர்கள் பெற்றுள்ளது குறிப்பிடத்தக்கது. இடை-

யீட்டு வினைகளின் ஒருங்கிணைப்பு முழுமையானால், குவார்க்குகள், நியூட்ரினோக்கள், எலக்ட்ரான்கள், மியூவான்கள் ஆகியவற்றிடையே உள்ள தனித்தன்மைகள் மறைந்து, அவை மேற்கண்ட இடையீட்டு வினைகள் எல்லாவற்றையும் உள்ளடக்கிய ஒரு விசையின் பகுதிகளாகிவிடும். மேலும் புரோட்டான் சிதைவு நிகழலாம் என்று அப்துஸ் ஸலாம் முதலியோர் வருமுன் உரைத்த கருத்தை, கிளாஸ்கோவும் (Glasgoue) சியோர்கியும் (Georgi) விரிவாக்கிப் புரோட்டானின் ஆயுட்காலம் 10^{31} ஆண்டுகள் என்றும் அது நியூட்ரினோக்களாகவும், பயான்களாகவும் (Pions) அல்லது பாசிட்ரான்களாகவும் பயான்களாகவும் சிதைவுறலாம் எனவும் கூறினார். எனவே, புரோட்டானின் நிலையின்மையானது நேரடி ஆய்வுகளால் நிரூபிக்கப்பட்டால், அதுவே ஒருங்கிணைப்புக் கொள்கையினை வலியுறுத்தும் சான்றாக அமையும் என்பது தெளிவு.

மு. தி.

நூலோதி

1. **Abdus Salam & J.C. Ward**-*Weak and Electromagnetic Interactions*-Physics Letters 1964.
2. **S. Glasgow**-*Partial Symmetries of Weak Interactions*-Nuc. Phys. 1961.

அடிப்படைக் கட்டுப்பாடுகள்

ஒரு பொருள் தன்னியல்பாக இயங்கும்போது கட்டுப்பாடு அல்லது வரம்பு ஏற்பட்டு அது ஒரு கட்டுப்பாடுள்ள அல்லது வரம்புள்ள (Constrained motion) இயக்கமாக மாறுகிறது. கட்டுப்பாடு என்பது ஈண்டு பொருளின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதனைச் சுட்டும். இயக்கம் கட்டுப்படும்பொழுது, பொருளின் இயல்பான விடுதலைப் போக்குகள் (Natural degrees of freedom) குறையும். 'n' என்பது இயற்கை விடுதலைப் போக்குகளின் எண்ணிக்கையாகவும், 'm' என்பது அதன் நடப்பு விடுதலைப் போக்குகளின் (Actual degrees of freedom) எண்ணிக்கையாகவும் இருந்தால், மொத்தக் கட்டுப்பாடுகளின் எண்ணிக்கை (n-m) ஆகும். கட்டுப்பாடுகள், ஒரு பொருளின் நிலையினைக் குறிக்கும் சார்பிலா ஆயங்களின் (Independent co-ordinates) எண்ணிக்கையைக் குறைக்கின்றன.

ஒரு பொருளின் விடுதலைப் போக்குகள் (Degrees of freedom) என்பது, கட்டுப்பாடுடைய அப்பொருளின் நிலையைக் குறிக்கத் தேவைப்படும் ஆயங்களின் (Co-ordinates) மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கம்பியில் கோக்கப்பட்ட மணிகள் கம்பியின் வழியாகத் தான் நகர முடியுமென்ற கட்டுப்பாட்டினை உடையன. ஒரு கலத்திலுள்ள வளிமத்தின் மூலக்கூறுகள் கலத்தின் சுவர்களுக்கிடையே தான் இயங்க முடியும். ஒரு கோளத்தின் மீதுள்ள துகள் அக்கோள மேற்பரப்பின் மீதுதான் இயங்க முடியும்.

கட்டுப்பாடுகள் அமையும் வகைகளைத் துகளின் சார்பிலா ஆயங்கள் (Independent co-ordinates), காலம் இவைகளைக் கொண்ட சமன்பாட்டின்

$$F(r_1\ r_2\ r_3 \ldots\ldots\ldots\ldots t) = 0$$

வழி அமைக்கலாம். இத்தகைய கட்டுப்பாடுகளுக்கு வரம்பு, இயல்பு அமைப்புக் கட்டுப்பாடுகள் (Holonomic constraints) ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு தனி ஊசல் (Simple pendulum) செங்குத்தான ஒரு தளத்தில் தான் இயங்க முடியும். அதன் அலைவு மையத்தினை மூலமாகக் (Origin) கொண்டால், குண்டின் நிலையினைக் குறிக்க x, y என்ற இரண்டு ஆயங்கள் (Co-ordinates) தேவை. எனவே, அதன் விடுதலைப் போக்குகள் இரண்டு ஆகும். ஆனால், அதனியக்கம், அதனுடைய நீளம் 'l' ஒரு மாறிலியாக இருக்குமாறு கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதனை, $x^2 + y^2 = l^2$ என்ற கட்டுப்பாட்டுச் சமன்பாட்டின் வழி விளக்கலாம். இத்தகைய சமன்பாட்டினால் குண்டின் நிலையைக் குறிக்க ஓர் ஆயமே போதும். எனவே ஊசலின் விடுதலைப் போக்கு $2-1=1$.

பொதுவாகக் கட்டுப்பாடுகளே இல்லாத N துகள்களைக் கொண்ட ஓர் அமைப்பு (system), 3 N சார்பிலா ஆயங்களை அல்லது விடுதலைப் போக்குகளைக் கொண்டது. அந்தத் அமைப்பு வரம்பு இயல்பு அமைப்புக் கட்டுப்பாடுகளையும், அதன் மூலம் K என்ற எண்ணிக்கையுள்ள கட்டுப்பாட்டுச் சமன்பாடுகளையும் கொண்டால் இந்தச் சமன்பாடுகளின் மூலம், அதன் சார்பிலா ஆயங்களை 3 N—K எனக் குறைக்க முடியும். எனவே உரிமைப்படி 3 N—K ஆகும். $f(r_1, r_2, r_3, \ldots\ldots\ldots t) = 0$ என்ற கட்டுப்பாட்டுச் சமன்பாடுகளின் வழி கூற முடியாத கட்டுப்பாடுகளுக்கு வரம்பிலா இயல்பு அமைப்புக் கட்டுப்பாடுகள் (Non Holonomic Constraints) எனப் பெயர். கட்டுப்பாட்டுச் சமன்பாடுகள், ஆயங்களில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளைக் கொண்டே இவற்றில் அமையும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு சமதளத்தில் வழுக்காமல் உருளும் ஒரு வட்டத் தகட்டினை எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

ந.கி.சு.

நூலோதி

1. **Gupta S.L., Kumar V. and Sharma H.V.** *'Classical Machanics'*
2. **Herbert Goldstein** *'Classical Mechanics'*.

அடிப்படைத் துகள்கள்

இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கம் வரை அணுவைப் பிளக்க முடியாது என்றும், அதுதான் அடிப்படைத் துகள் என்றும் கருதி வந்தனர். 1911ஆம் ஆண்டில் ரூதர்போர்டு செய்த ஆல்பாச் சிதறல் (Alpha-scattering) ஆய்வுக்குப் பின்னர், அணுவானது அதற்கும் சிறிய துகள்களான, புரோட்டான், நியூட்ரான், எலக்ட்ரான் ஆகியவற்றைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ள ஒரு கட்டமைப்பு என்பது புலனாகியது. இன்றைக்கு நூற்றுக் கணக்கான அடிப்படைத் துகள்களை இனம் கண்டு பிடித்திருக்கின்றார்கள்.

அடிப்படைத் துகள்களிடையே நிகழும் விசைகளை மின்காந்த விசை (Electro magnetic force), மிகு வலிமை விசை(Strong forces), குறை வலிமை விசை (Weak forces) என்று மூவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இவை மூன்றும், ஈர்ப்பு விசையுடன் (Gravitational forces) சேர்ந்து, பருப்பொருள் துகள்களிடையே நிகழும் இடையீட்டு வினைகளுக்குக் காரணமாயிருக்கின்றன. இவற்றின் தனிச் சிறப்பியல்புகள் அட்டவணை 1 இல் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இன்று இயற்பியல் வல்லுநர்கள் இருநூற்றுக்கும் மேற்பட்ட துகள்களைக் கண்டறிந்திருக்கிறார்கள். நுண் பொருள் உலகம் எதிர்த்துகள் (Anti particle) என்றும், வியன் துகள் (Strange particle) என்றும், ஒத்ததிர்வுத் துகள் (Resonance particle) என்றும் பல வேறுபட்ட துகள்களைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. இப்படிப் பட்ட வெவ்வேறான துகள்களை ஃபோட்டான் (Photon), லெப்டான் (Lepton), ஹேட்ரான் (Hadron) என்று வகைப்படுத்தலாம். (அட்டவணை-2 இல் காண்க).

அடிப்படைத் துகள்கள் அனைத்தும், தற்சுழற்சி, மின்னூட்டம், ஓய்வு நிலை நிறை போன்ற பல பண்புகளினால் மாறுபட்டுள்ளன. தற்சுழற்சியைப் பொறுத்து அடிப்படைத் துகள்களைஎல்லாம் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை போசான்கள் போஸ், அய்ன்ஸ்டைனின் புள்ளியியல் கொள்கைக்கு உட்படுவன, பெர்மியான்கள்-பெர்மிடிராக் கொள்கைக்கு உட்படுவன. அதாவது h-இன் முழு மடங்கில் தற் சுழற்சிக் கோண உந்தத்தைப் பெற்றிருப்பன. போசான்கள், ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் அரை மடங்கில் பெற்றி

அட்டவணை - 1.

அடிப்படை இடையீட்டு வினைகள்

	ஈர்ப்பு விசை	மின் காந்த விசை	ஆற்றல் மிக்க விசை	ஆற்றல் குன்றிய விசை
நெடுக்கம்	$\propto$	$\propto$	$10^{-13}-10^{-14}$ செ.மீ.	$<<10^{-14}$ செ.மீ.
எடுத்துக்காட்டு	வான்கோள் விசை	அணு விசை	அணுக்கரு விசை	நியூட்ரானின் β-சிதைவு
ஆற்றல்	நியூட்டன் $= 5.9 \times 10^{-39}$	$e^2 = 1/137$	$g^2 = 1$	ஃபெர்மி $G = 1.02 \times 10^5$
செயல்படும் துகள்கள்	எல்லாத்துகள் களும்	மின்னூட்டத் துகள்கள்	ஹேட்ரான்	ஹேட்ரான் லெப்டான்
இயங்கும் துகள்கள்	க்ரேவிடான் (gravitons)	ஃபோட்டான்	மெசான்	இடைநிலை வெக்டார் போசான்
கால அளவு	10^{-16} வினாடி	10^{-20} வினாடி	10^{-23} வினாடி	10^{-10} வினாடி

அட்டவணை எண் - 2

அடிப்படைத் துகள்கள்

துகள்	குறி	எதிர்த் துகள்	நிறை Mev	தற் சுழற்சி S	ஐசோ தற் சுழற்சி I	S விந்தை எண்	சிதைவு முறை	ஆயுட்காலம் (வினாடி)
கிரவிடான்	g	g	0	2			நிலையான துகள்	எல்லையற்றது
ஃபோட்டான்	γ	γ_1	0	1			நிலையான துகள்	எல்லையற்றது
லெப்டான் (ஆற்றல் குன்றிய இடைவினைப்படும் ஃபெர்மியான்)								
நியூட்ரினோ	γ_e	γ_e	$0(<2\times10^{-4})$	$\frac{1}{2}$			நிலையான துகள்	எல்லையற்றது
	$\gamma\mu$	$\gamma\mu$	$0(<4\times10^{-4})$	$\frac{1}{2}$			நிலையான துகள்	எல்லையற்றது
எலக்ட்ரான்	e^-	e^+	0.511066	$\frac{1}{2}$			நிலையான துகள்	எல்லையற்றது
ம்யூயான்	μ^-	μ^+	105.659	$\frac{1}{2}$			$\mu+\to e+\gamma e+\gamma\mu$	2.2×10^{-6}
மெசான் (ஆற்றல் மிக்க இடைவினைப்படும் போசான்)								
பையான்	π^+	π^-	139.58	0	1	0	$\pi^+\to\mu^++\gamma\mu$	2.5×10^{-8}
	π^0	π^0	134.98	0	1	0	$\pi^0\to\gamma+\gamma$	2.3×10^{-16}
கேயான்	κ^+	κ^-	493.82	0	$\frac{1}{2}$	±1	$\kappa^+\to\mu^++\gamma\mu;\ \kappa^+\to\pi^++\pi^0$	1.229×10^{-8}
	κ^0	κ_0	497.7	0	$\frac{1}{2}$	±1	$\kappa_1{}^0\to\mu^++\mu^-;\ \kappa_1{}^0\to\pi^0+\pi^0$	0.9×10^{-10}
							$\kappa_2{}^0\to\pi+\gamma+e(OH)\mu$ &	
							$\kappa_2{}^0\to3\pi^0(OH)\pi^+\pi\pi^0$	5.7×10^{-8}
ஈடாமெசான்	η^0	η^0	548.7	0	0	0	$\eta\to\gamma+\gamma;\eta\to3\pi^0(OH)\ \pi^0{}_2\gamma$	2×10^{-19}
பேரியான் (ஆற்றல் மிக்க இடைவினைப்படும் ஃபெர்மியான்)								
புரோட்டான்	P	$\overline{P}$	938.256	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	நிலையான துகள்	எல்லையற்றது
நியூட்ரான்	n	$\overline{n}$	939.550	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$n\to P+e+\gamma$	1.01×10^3
லேம்டா (Lamda)	Λ^0	$\overline{\Lambda}_0$	1115.44	$\frac{1}{2}$	0	−1	$\Lambda^0\to P+\pi^-;\Lambda^0\to n+\pi^0$	2.8×10^{-10}
சிக்மா (Sigma)	Σ^+	Σ^-	1189.39	$\frac{1}{2}$	1	−1	$\Sigma^+\to P+\pi^0;\Sigma^+\to n+\pi^+$	0.81×10^{-10}
	Σ^0	Σ^0	1192.3	$\frac{1}{2}$	1	−1	$\Sigma^0\to\Lambda+\gamma$	$<10^{-14}$
	Σ^-	Σ^+	1197,2	$\frac{1}{2}$	1	−1	$\Sigma^-\to\eta+\pi^-$	1.65×10^{-10}
ஸய்	Ξ^0	Ξ^0	1314.3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	−2	$\Xi^0\to\Lambda^0+\pi^0$	3.05×10^{-10}
	Ξ^-	Ξ^+	1320.8	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	−2	$\Xi^-\to\Lambda^0+\pi^-$	1.75×10^{-10}
ஓமேகா	Ω^-	Ω^+	1675.0	3/2	0	−3	$\Omega^-\to$	

ருப்பன, பெர்மியான்கள் ஆகும். இதன்படி போட்டான்களும் மெசான்களும் போசான்கள் எனப்படுகின்றன; லெப்டான்களும் பேரியான்களும் பெர்மியான்கள் எனப்படுகின்றன.

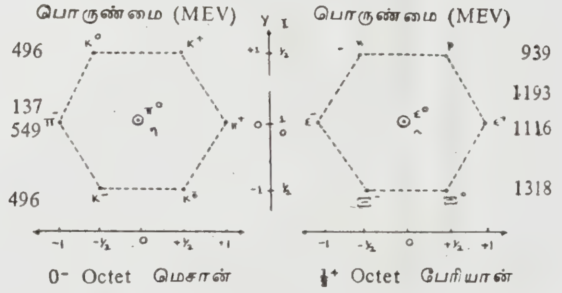
மின்னூட்டத் துகள்களிடையே நிகழும் மின்காந்த விசைகளை இயக்குபவை போட்டான்களாகும். ē, என்ற லெப்டான்கள் மின்காந்த விசை அல்லது குறை வலிமைவிசை மூலம் செயல்படுகின்றன. $\gamma_e{}' \gamma$ என்ற நியூட்ரினோக்களோ குறை வலிமை விசையின் மூலம் மட்டுமே செயல்படுகின்றன. ஆனால் ஹேட்ரான்களுக்கு இடையீட்டு வினை புரிய விசையும், சிதைவுறக் குறை வலிமை விசையும் தேவைப்படுகின்றன. புரோட்டான், எதிர்ப்புரோட்டான் தவிர மற்ற எல்லா ஹேட்ரான்களும் இறுதியாக அழிவில்லாத புரோட்டான், எலக்ட்ரான் நியூட்ரினோ, போட்டான் எனச் சிதைந்து அழிந்துவிடுகின்றன.

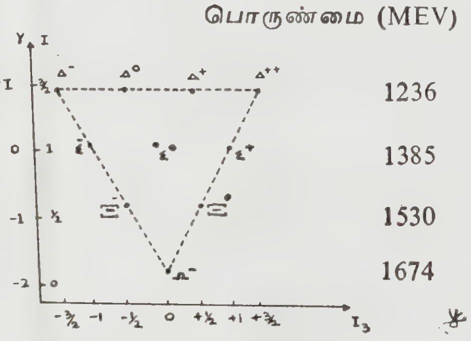
இவ்வாறான வெவ்வேறு வகை ஹேட்ரான்களை அதனதன் தற்சுழற்சி (Spin) எண்படி மெசான் (தற்சுழற்சி முழு எண்ணாக உள்ள துகள்-Meson) என்றும் பேரியான் (தற்சுழற்சி அரைமுழு எண்ணாக உள்ள துகள் - Baryon) என்றும் வகைப்படுத்தலாம். இத்துகள்கள் $Q = I_3 + \frac{Y}{2}$ என்ற சமன்பாட்டுக்கு உட்பட்டவை எனக் கெல்மன், நிஷிஜிமா என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இங்கு Q என்பது துகளின் மின்னூட்டத்தையும், I_3 என்பது ஐசோ தற்சுழற்சி (Iso-spin) எண்ணையும், Y என்பது அதி மின்னூட்டத்தையும் குறிக்கின்றன. $Y = B + S$. இதில் B என்பது பேரியான் எண், S என்பது வியன் குவாண்டம் எண். எடுத்துக்காட்டாக, Σ^+க்கு $I_3 = +1$, $B = 1$, $S = -1$; $B + S = 0$, எனவே $Y = 0$, $Q = 1$ என்றாகிறது.

மேலும் இத்துகள்களை, அதனதன் மின்னூட்டத்திற்குத் தகுந்தபடி, மின்னூட்டச் சீரமைப்பு (Charge of symmetry) அல்லது ஐசோ தற்சுழற்சி சீரமைப்பு (Iso- spin symmetry) என வகுத்தமைக்கலாம். ஒவ்வொரு சீரமைப்பும் ஒரே நிறையும் ஆனால் வெவ்வேறான மின்னூட்டமும் உடைய துகள்களைத் தன்னகத்தே கொண்டது. இச்சீரமைம்புகள் ஒன்று, இரண்டு, மூன்று... என்ற துகள் எண்ணிக்கை அல்லது பரிமாணம் (Dimension) கொண்டன. எடுத்துக்காட்டாக π^+, π°, π^- என்பன முப்பரிமாணமுள்ள (Triplet) சீரமைப்புக்குள்ளும், நியூட்ரானும், புரோட்டானும் இருபரிமாணமுள்ள சீரமைப்புக்குள்ளும் அடங்கும். இவை கணிதவியலில் உள்ள SU (2) சீரமைப்புத் தொகுதிக்கு ஒப்புமையாவதைக் கண்டுணர்ந்தார்கள்.

1963இல் கலிஃபோர்னியா தொழில் நுட்பப் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த முர்ரே கெல்மன் (Murray Gellman) என்பாரும், டெல் அவிவ் (Tel Avive) பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த ஒய்-நீமன் (Y-Neemann) என்பாரும் இத்துகள்களை அதனதன் தற்சுழற்சி எண், இடவலச் சமச்சீர் (Parity) எண்படி, SU (3) சீரமைப்புத் தொகுதிகளாகப் (Symmetry group) பிரிக்கலாம் என்று கண்டறிந்து இந்தத் தொகுப்புக்கு எண்மடி விதி (Eight-fold way) எனப் பெயரிட்டனர். இவ்வாராய்ச்சியின் முடிவு இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட எல்லா மெசான்களும், 1,8 எண் பரிமாணம் கொண்டு SU (3) என்ற சீரமைப்புகளுக்கும், எல்லாப் பேரியான்களும் 1,8,10 எண் பரிமாணம் கொண்டு SU (3) என்ற சீரமைப்புக்குள்ளும் அடங்குகின்றன என்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக அட்டவணை-2 இல் உள்ள தற்சுழற்சி எண் $\frac{1}{2}$ யும், இடவலச்சமச்சீர் + ம் உள்ள பேரியான் துகள்களைத் தனித்தெடுத்து, அதனதன் ஐசோ தற்சுழற்சி எண், அதி மின்னூட்டத்தின்படி வரைபடம் வரைந்தால் இதனுள் 1,8 துகள்களைப் பொருத்த முடிகிறது. இதே மாதிரியாக 0^- மெசான்களையும், 0^+ பேரியான்களையும் எண்தொகுப்பு (Octect) வரைபடத்தில் வரைய முடிகிறது. $3/2^+$ பேரியான்களைப் பொறுத்து

(படம் 1)





$\frac{3}{2}^{+}$ Decimet பேரியான்

பதின்தொகுப்பு (Decimet) என்ற படம் தேவைப்படுகிறது (படம்-1). இவை கணிதவியல் வல்லுநர்களின்படி SU (3) சீரமைப்பு நிறை படத்திற்கு (Weight diagram) ஒப்பாகின்றன. ஆகவே வெவ்வேறு வகையான குவாண்டம் எண்களை உடைய எல்லா ஹேட்ரான்

துகள்களும் SU (3) இன் 1,8,10 என்ற கட்டமைப்புக்குள் அடங்குகின்றன என்ற உண்மை புலனாகிறது.

இந்த SU (m) சீரமைப்புத் தொகுதிகள் முதன் முதலில் நார்வேயில் உள்ள சோபஸ் ஹீயி (Sophus hie) என்ற கணிதவியல் பேரறிஞரால் 10ஆம் நூற்றாண்டில் அறியப்பட்டன. இந்த SU (3) சீரமைப்பில் உள்ள தொகுதிகள் 1, 3, 6, 8, 10, 27, 35................ என்ற பரிமாணம் கொண்டவை. ஆனால் ஹேட்ரான்களோ 1, 8, 10 தொகுதிகளில்தான் அடங்குகின்றன. 3, 6, 27, 35.........முதலிய தொகுதிகளுக்குரிய துகள்கள் இல்லை. இயற்கையானது, ஏன் அத்துகள்களை இக்குறிப்பிட்ட தொகுதிகளில் மட்டுமே அடக்க வேண்டும் என்பது புரியாத புதிராகவே இருந்தது. SU (3) சீரமைப்புகள் சரியான சீரமைப்பாக (Exact symmetry) இருந்தால் அதனுள் உள்ள எல்லாப் பேரியான்களும்ஒரே நிறை உள்ளவையாக இருக்கவேண்டும். அவ்வாறு இல்லையாதலால் கெல்மன் ஓ.கூபோ (Gell-man, Okubo) என்பவர்கள் இதையே ஒரு கணிதவியல் சீரமைப்புக் குறையாகக் கொண்டு ஆராய்ந்து ஒரு நிறை வாய்பாட்டை (Mass formula) நிறுவினார்கள்.

$$\bar{m} = m_o + m_1 y + m_2 (I (I + 1) - \tfrac{1}{4}y^2)$$

இங்கு m ஒரு SU (3) சீரமைப்பிலுள்ள ஐசோ சீரமைப்பின் சராசரி நிறையாகும். m_o, m_1, m_2 என்பன மாறிலிகள். இதை $\frac{1}{2}^+$ பேரியான் எண்தொகுப்புக்குப் பொருத்தினால்,

$$\bar{m}_N = m_o + m_1 + \tfrac{1}{2} m_2$$

$$\bar{m}_\Xi = m_o - m_1 + \tfrac{1}{2} m_2$$

$$m_\Lambda = m_o$$

$$\bar{m}_\Sigma = m_o + 2m_2$$

என்ற சமன்பாடுகள் உருவாகின்றன. இவற்றை,

$\bar{m}_N + \bar{M}_\Xi = \frac{1}{2}(3\bar{m}_\Lambda + \bar{m}_\Sigma)$ எனவும் எழுதலாம்.

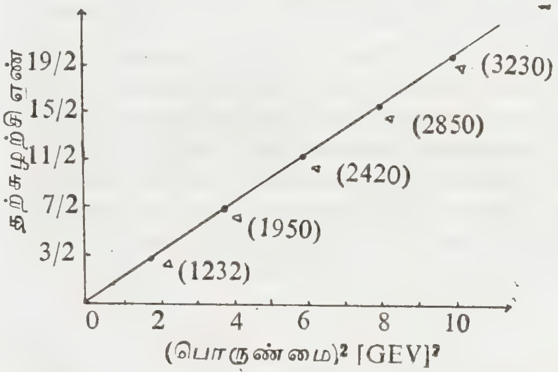
இத் தொடர்பில்இடது பக்கம் 2257 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் நிறையும், வலது பக்கம் 2270 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் நிறையும் கிடைக்கின்றன. இதிலிருந்து இந்த நிறை வாய்பாடு சரியானதே எனக் கணிக்கமுடிகிறது. இதே வாய்பாட்டை 3/2 பேரியானுக்குக் பொருத்தினால், நமக்கு ஒரு நிறை சமச்சீர் வாய்பாடு (Equal mass formula) கிடைக்கிறது.

$$\bar{m}_\Omega - \bar{m}_\Xi = \bar{m}_\Xi - \bar{m}_\Sigma$$

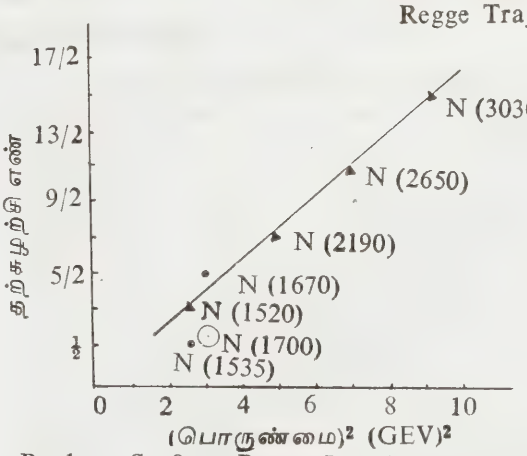
$$= \bar{m}_\Sigma - \bar{m}_\Delta$$

இதில் Ω^- என்ற துகள் அச்சமயம் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இந்த விதியின்படி இதன் நிறை (1677MeV) எனவும், பதின்தொகுப்பு (Decimet) வரைபடத்திலிருந்து இதன் $I_3 = 0$, $S = -3$, $Q = -1$, $S = 3/2$ எனவும் முன்னதாக உரைக்க முடிந்தது. இதே விதியினை 0^- மெசான் எண்தொகுப்புக்குப் பின்பற்றி η என்ற மெசானின் இருப்பினை அதன் சரியான நிறையுடனும், குவாண்டம் எண்களுடனும் முன்னதாக உரைத்தார்கள். இந்தச் சீரமைப்புத் தத்துவத்தின்படி துகள்களின் காந்தத் திருப்புமையையும் (Magnetic Moment), சிதறல் விதி (Scattering cross section) யினையும் கூட முன்னுரைக்க முடிந்தது. இவ்வாராய்ச்சியின் சுவையான விளைவாகும். இதற்கு அடுத்த வருடமே புரூகாவன் (Brookhaven) ஆய்வுக்கூடத்திலுள்ள குமிழ் அறை (Bubble Chamber) என்ற கருவியில் பார்னஸ் (Barnes) முதலிய செயல்துறை வல்லுநர்கள் Ω^- துகளைக் கண்டுபிடித்தனர். இதன் பண்புகள் கெல்மன்-ஓ.கூபோ முன்னரே கூறிய 'குவாண்டம்' பண்புகளை ஒத்திருந்தன. இவ்விரு கண்டுபிடிப்புகளும் இயற்பியல் வல்லுநர்களுக்கு மிக்க மகிழ்ச்சியையும் பெருமையையும் ஈட்டின. இந்த இயற்பியற் கண்டுபிடிப்புக்காகக் கெல்மனுக்கு 1969இல் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

(படம் 2)



B=1 S=0 P= +I = $\frac{3}{2}$ உள்ள துகள்களின் Regge Trajectory



B=1 S=0 P= + I = ½ உள்ள துகள்களின் Regge Trajectory

இதைத் தவிர வேறொரு சுவையான 'துகள்களின் பாகுபாடு' ரெகே (Regge) என்ற இத்தாலி நாட்டு இயற்பியல் வல்லுநரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவர் பேரியான் எண், விந்தை எண், இடவலச் சமச்சீர், ஐசோ தற்சுழற்சி எண் ஆகிய குவாண்டம் எண்கள் ஒன்றேயாக உள்ள துகள்களின் தற்சுழற்சி எண்ணுக்கும், அவற்றின் நிறையின் இருமடிக்கும் (M^2) வரைபடம் வரைந்து அது ஒரு நேர்கோட்டு உருவகமாவதைக் கண்டுபிடித்தார். படம்-2 இல் $B=1$, $S=0$, $P=+$, $I=3/2$ குவாண்டம் எண்களும் பொதுவான துகள்களும் $B=1$, $S=0$, $P=+$, $I=1/2$ குவாண்டம் எண்கள் உடைய துகள்களும் வரைபடத்தில் கோடுகளாக வரையப்பட்டுள்ளன. ஒரே நேர்கோட்டில் துகள்களுக்கு ரெகே மீள் நிகழ்வுகள் (Regge recurrences) எனப்பெயர். இத்தகைய நேர்கோட்டு வரைபடங்களை ரெகே தடம் (Regge Trajectory) என்றும் வழங்கலாம். தற்சுழற்சி எண் $\frac{1}{2}$க்கு மேலோ, 0க்கு மேலோ இருக்கும் துகள்களை ஒத்த திர்வுத் துகள்கள் என்று கூறுகிறார்கள். இவை மிகக் குறைவான (10^{-23}நொடி) நேரமே வாழக்கூடியவை. இப்படங்களின் சுவையான விளைவு, இரு ரெகே மீள் நிகழ்வுகளுக்கு இடையே உள்ள தற்சுழற்சி எண் 2 என்பதாகும். இதனால் ஆய்வுக்கூடத்தில் காணப்படாத ஒத்ததிர்வுத் துகள்களை அவற்றின் சரியான குவாண்டம் எண்களுடன் முன்னதாக உரைக்கமுடியும்.

இதற்கிடையே, துகள்களின் எண்ணிக்கை மேன் மேலும் வளர்ந்து வந்ததால் இந்தத் துகள்கள் பருப்பொருளின் கட்டமைப்பில் பங்கேற்கின்றனவா அல்லது அந்தத் துகள்களுக்கெல்லாம் அடிப்படையாக மூலத் துகள் வேறு ஏதாவது இருக்கக்கூடுமா என்ற ஐயப்பாடு எழுந்தது. 1970 ஆம் ஆண்டில் ஸ்டான்ஃபோர்டு (Stanford) நகரில் உள்ள மூன்று கிலோமீட்டர் நீளமுள்ள நேர்கோட்டுத் துகள் முடுக்கும் பொறியைக் கொண்டு 20 Bev ஆற்றலுடைய எலக்ட்ரான் கற்றையைப் பெற்றுப் புரோட்டானைத் தகர்க்க முடியமா எனத் தாக்கிப் பார்த்தார்கள். பெரும்பாலான எலக்ட்ரான்கள் மிகக்குறைவான பாதை மாற்றத்தோடு வெளியேறின. ஆனால் சில எலக்ட்ரான்கள் வரையறுத்த அளவிற்கும் மேலேயே விலகிச் சென்றன. இதே மாதிரியாக 1972 இல் ஜெனீவாவில் உள்ள செய்முறை வல்லுநர்கள் (CERN) மின்காந்த இணை அமைப்பிலுள்ள அதிக ஆற்றலுள்ள இரண்டு புரோட்டான் கற்றைகளை ஒன்றுக்கொன்று விசையுடன் மோதச் செய்து, ஆற்றல் மிகுந்த துகள்கள் கற்றையாக (Jets) நேர்குத்துக்கோட்டுத் திசையில், அதிக கோணவிலகலோடு சிதறுகின்றன எனக் கண்டார்கள்.

இவ்வாறாக, அதிக கோண விலகலோடு சிதறல் அடைவது என்பது, மின்னூட்டமும், பொருள் திணிவும், புரோட்டானின் கனபரிமாணத்தினுள் ஒரே சீராகப் பரவி இருக்குமானால், நடைபெற இயலாததாகும். இந்த ஆய்வுகளின் முடிவுகள் சில வியத்தகு உண்மைகளை எடுத்துரைத்தன. அவை அணுக்கருக்கள் ஓர் அகக்கூட்டமைப்பைக் (Internal structure) கொண்டனவாக இருக்கலாம் என்பதும் அவற்றினுள்ளே உள்ள மூலத்துகள்கள் மிகவும் இறுக்கமாக, மிகச் சிறிய இடைவெளியில் பிணைந்திருக்கலாம் என்பதும் ஆகும்.

கெல்மன், ஜூவின் (Gellmann, Zeweing) என்பவர்கள், 1964 ஆம் ஆண்டிலேயே கொள்கை வாயிலாகக் குவார்க் (Quark) என்னும் மூலத்துகள் இருக்கக்கூடிய வாய்ப்புகளை அறிவித்தார்கள். இவர்களுடைய கருத்துப்படி, அனைத்து ஹேட்ரான்களும் குவார்க் என்ற மூலத்துகளினாலேயே ஆக்கப்பட்டிருக்க

அட்டவணை -3

குவார்க்கின் குவாண்டம் எண்

குவார்க்	B	Q	Y	I	I_3	C	S
u	1/3	2/3	1/3	1/2	1/2	0	0
d	1/3	-1/3	1/3	1/2	-1/2	0	0
s	1/3	-1/3	-2/3	0	0	0	-1
c	1/3	2/3	0	0	0	1	0

அட்டவணை - 4

புரோட்டானின் குவார்க் கட்டமைப்பு

குவாண்டம் எண்	u	u	d	புரோட்டான்
B	1/3	1/3	1/3	1
J	1/2	1/2	1/2	1/2
I_3	1/2	1/2	-1/2	1/2
Y	1/3	1/3	1/3	1
Q	2/3	2/3	-1/3	1

வேண்டும் என்றும், அவை u, d, s என மூன்று வகைப் படும் என்றும் கூறலாம் (அட்டவணை—3). 'u' என்ற குறி 'up' அல்லது 'மேலுயர்தல்' , 'd' என்ற குறி (down') அல்லது கீழிறங்குதல்' , s என்ற குறி (Strange) அல்லது 'விந்தைத்தன்மை' ஆகிய பண்பு களைக் குறிக்கும். இந்தக் குவார்க்குகள் பின்ன மின் னூட்டமுடையவை என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். (அட்டவணை-3 காண்க) கனத் துகள்களுள், பேரியான் கள் மூன்று குவார்க்குகளின் சேர்க்கையாலும், மெசான் கள் ஒரு குவார்க் - எதிர் குவார்க் சேர்க்கையாலும், எதிர் பேரியான்கள் மூன்று எதிர்க் குவார்க் சேர்க்கை யாலும் கட்டப்பட்டுள்ளதாகக் கூறலாம்.

அட்டவணைகள்-4,5 இல் புரோட்டான், Λ, Ω ஹைப ரான்களின் (Hyperon) குவார்க் கட்டமைப்புகள், எடுத்துக்காட்டாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இதையே கணிதவியல் தொகுதியாக எழுதினால் பேரியான் களுக்கு 3 (x) 3(x) 3 = 1 (+) 8 (+) 8 (+) 10

என்றும், மெசான்களுக்கு, 3 (x) $\overline{3}$ = 1 (+) 8 என்றும் su (3) சீரமைப்பு வாய்பாடாக எழுத முடிகிறது. இதிலிருந்து, இயற்கை ஏன் மெசான்களை 1,8 என்ற தொகுதிகளுக்குள்ளும், பேரியான்களை 1, 8, 10 என்ற தொகுதிகளுக்குள்ளும் அடக்கியுள்ளது என்ற கேள்விக்கு விடை அளிக்க முடிகிறது. (SSS) என்ற மூன்று விந்தைக் குவார்க்குகளின் கட்டமைப்பு Ω என்ற பேரியானைக் குறிக்கிறது. ஆனால் பவ்லியின் தவிர்க்கைத் தத்துவத்தின்படி (Pauli's Exclusion Principle) ஒரே குவாண்டம் நிலையில் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட பெர்மியான்கள் (Fermion) இருக்க முடி யாது. ஆகவே 1964 இல் மேரிலாண்டில் உள்ள கிரீன்பர்க் (Greenberg) என்பவர் குவார்க்குகளுக்கு 'நிறம்' (Colour) என்ற புதிய குவாண்டம் எண்ணைக் கொடுத்தார். இங்கு நிறம் என்பது நாம் ஒளியியலில் அறிந்துள்ள 'வண்ணங்களைக்' குறிக்கவில்லை. இயற் பியலில் 'நிறம்' என்பது வெறும் கொள்கை வழியிலான கருத்தேயாகும். ஆகவே Ω பேரியான் சிவப்பு, நீலம், பச்சை என்ற நிறங்களைக் கொண்ட குவார்க்கின் கட்டமைப்பாகிறது. நிறமுள்ள குவார்க்குகள் இணைந்து நிறமற்ற Ω^- ஐ உருவாக்குகின்றன. ஸ்டீபன் எல்.ஆல்ட்ரர் (Stephen L.Aldrer) π மெசானின் இரு போட்டான் சிதைவுக்கு இந்த 'நிறக் கருதுகோளைப் (Colour hypothesis) பின்பற்றி அதன் ஆயுட்காலத் தைச் சரியாகக் கணிக்க முடிகிறது என்று கண்டறிந் தார். மிகுந்த ஆற்றல் உள்ள எலட்ரான்-பாசிட்ரான் கற்றைகள் ஒன்றோடொன்று மோதினால் அவை அழிந்து ஒரு ஹேட்ரான்களின் தொகுதிகளாகவோ மியூயான் - எதிர்மியூயான்களின் (Muon-Antimuon) தொகுதிகளாகவோ வெளியாகின்றன. இவ் வாறு வெளிப்படும் இரு தொகுதிகளில் விகிதத் தொடர்பு (Ratio) நிறத்தத்துவத்தின்படி சரியாகப் பொருந்தியிருக்கிறது. நிறக்குவாண்ட எண் இல்லா விட்டால் இதனை விளக்க முடியாது.

1974இல் அமெரிக்காவின் இருவேறு நகரங்களிலி ருந்து செய்முறை வல்லுநர்கள் Ψ என்ற புதுத்துகளைக் கண்டுபிடித்ததாக அறிவித்தார்கள். புரூகாவனில், சாமுவேல் டிங் (Samuel Ting) முதலானோர் இந்தப் புதுத்துகளைப் புரோட்டான் அணுக்கருச் சிதறலின் ஒத்ததிர்வுத் துகள்களாகக் காணமுடிகிறது என் கிறார்கள். ஸ்டான்ஃபோர்டு நகரத்தில் பர்ட்டன் ரிச்சர் (Burton Richter) முதலானோர் இது எலட்ரான்-பாசிட்ரான் சிதறலில் வெளியாகிறது என்று கண்டு ணர்ந்தார்கள். இந்தத் துகளின் நிறையும் (3.095 Gev) ஆயுட்காலமும் (10^{-20} Sec) மற்ற எல்லாப் பேரியான் களைவிட மிகக்கூடுதலாக இருப்பதால் இதனை எந்த SU (3) சீரமைப்புத் தொகுதிக்குள்ளும் பொருத்த இயல

வில்லை. ஆகவே, இந்தக் கண்டுபிடிப்பானது u, d, s குவார்க்குகளைத் தவிர நான்காவது குவார்க்கான 'எழில்' (Charm) குவார்க்கின் கொள்கைக்கு வழி வகுத்தது.

1964ஆம் வருடத்திலேயே பிஜோர்கென், கிளாஸ்கோ (Bjorken-Glasgow) என்பவர்கள் எழில்குவார்க்கின் அவசியத்தினைக் குவார்க் லெப்டான் சீரமைப்பு (Quark-Lepton symmetry) வாயிலாக அறுதியிட்டுக் கூறினர். 1970 இல் கிளாஸ்கோ (Glasgow), இல்லியோ (Illio), போலோஸ் (Powlos), மயானி (Maiani) என்பவர்கள் அமுக்கமுறும் விந்தை எண் ஏற்படுத்தும் சுழி மின்னூட்டம் உடைய குறை வலிமைச் செயல்களின் குறைபாட்டினை (Suppression of Strangeness changing weak neutral currents) விளக்க எழில் குவார்க் தேவைப்படுகிறது என்று கண்டுணர்ந்தார்கள். இந்த நாலாவது குவார்க்கின் குவாண்டம் எண்களை அட்டவணை 3 இல் இருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். கணிதவியலின்படி இப்புதிய குவார்க், ஹேட்ரானின் SU(3) சீரமைப்புகளை, SU(4) ஆக உயர்த்துகிறது. இதன்படி

அட்டவணை-5

Λ–ஹைபரானின் குவார்க் கட்டமைப்பு

குவாண்டம் எண்	u	d	s	Λ ஹைபரான்
B	1/3	1/3	1/3	1
J	1/2	1/2	1/2	1/2
I_3	1/2	-1/2	0	0
Y	1/3	1/2	-2/3	0
Q	2/3	-1/3	-1/3	0

Ω–ஹைபரானின் குவார்க் கட்டமைப்பு

குவாண்டம் எண்	s	s	s	Ω ஹைபரான்
B	1/3	1/3	1/3	1
J	1/2	1/2	1/2	3/2
I_3	0	0	0	0
Y	-2/3	-2/3	-2/3	-2
Q	-1/3	-1/3	-1/3	-1

அட்டவணை—6

சுடோ ஸ்கேலார் மெசானின் (Pseudoscalar Meson) குவாண்டம் எண்

துகள்	குவார்க்	I	I_3	Y	C	S
π^+	$u\bar{d}$	1	1	0	0	0
K^+	$u\bar{s}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	1
K°	$d\bar{s}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1	0	1
π^-	$d\bar{u}$	1	−1	0	0	0
K^-	$s\bar{u}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	−1	0	−1
K°	$s\bar{d}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	−1	0	−1
D°	$u\bar{c}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1/3	−1	0
D^-	$d\bar{c}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1/3	−1	0
F^-	$s\bar{c}$	0	0	−2/3	−1	−1
D°	$c\bar{u}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	−1/3	1	0
D^+	$c\bar{d}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	−1/3	1	0
F^+	$c\bar{s}$	0	0	2/3	1	1
π°	$\frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u}-d\bar{d})$	1	0	0	0	0
η	$\frac{1}{\sqrt{6}}(u\bar{u}+d\bar{d}-2s\bar{s})$	0	0	0	0	0
η_1	$\frac{1}{\sqrt{3}}(u\bar{u}+d\bar{d}+s\bar{s})$	0	0	0	0	0
η_c	$c\bar{c}$	0	0	0	0	0

வெக்டார் மெசானின் (Vector Meson) குவாண்டம் எண்

துகள்	குவார்க்	I	I_3	Y	C	S
ρ^+	$u\bar{d}$	1	1	0	0	0
K^{*+}	$u\bar{s}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	1
K^{*0}	$d\bar{s}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1	0	1
ρ^-	$d\bar{u}$	1	−1	0	0	0
K^{*-}	$s\bar{u}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	−1	0	−1
K^{-*0}	$s\bar{d}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	−1	0	−1
D^{*0}	$u\bar{c}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	−1/3	−1	0
D^{*-}	$d\bar{c}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1/3	−1	0
F^{*-}	$s\bar{c}$	0	0	−2/3	−1	−1
D^{*0}	$c\bar{u}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	−1/3	1	0
D^{*+}	$c\bar{d}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	−1/3	1	0
F^{*+}	$c\bar{s}$	0	0	2/3	1	1
ρ^0	$\frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u}-d\bar{d})$	1	0	0	0	0
ω	$\frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u}+d\bar{d})$	0	0	0	0	0
$\varnothing$	ss	0	0	0	0	0
Ψ	cc	0	0	0	0	0

அட்டவணை—7

$J_p = (3/2)^+$ பேரியானின் குவாண்டம் எண்

துகள்	குவார்க்	I	I_3	Y	C	S
Δ^{++}	uuu	3/2	3/2	1	0	0
Δ^{+}	uud	3/2	$\frac{1}{2}$	1	0	0
Δ^{o}	udd	3/2	$-\frac{1}{2}$	1	0	0
Δ^{-}	ddd	3/2	$-3/2$	1	0	0
Σ^{*+}	uus	1	1	0	0	—1
Σ^{*-}	dds	1	-1	0	0	—1
Σ^{*o}	uds	1	0	0	0	—1
^{*o}	uss	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	-1	0	—2
$^{*-}$	dss	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-1	0	—2
Ω^{-}	sss	0	0	-2	0	—3
c_1^{*++}	cuu	1	1	2/3	1	0
c_1^{*+}	cud	1	0	2/3	1	0
c_1^{*o}	cdd	1	—1	2/3	1	0
s^{*+}	cus	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-1/3$	1	—1
s^{*o}	cds	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-1/3$	1	—1
T^{*o}	css	0	0	$-4/3$	1	—2
X_u^{*++}	ccu	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1/3	2	0
X_d^{*+}	ccd	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1/3	2	0
X_s^{*+}	ccs	0	0	$-2/3$	2	-1
μ^{++}	ccc	0	0	0	3	0

$J^p = (\frac{1}{2})^+$ பேரியானின் குவாண்டம் எண்

துகள்	குவார்க்	I		I_3Y	C	S
P	uud	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	0
n	udd	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1	0	0
Σ^{+}	uus	1	1	0	0	—1
Σ^{o}	{ud}s	1	0	0	0	—1
Λ	{ud}s	0	0	0	0	—1
Σ	dds	1	-1	0	0	—1
^{o}	uss	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	—1	0	—2
$^{-}$	dss	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	—1	0	—2
c_1^{++}	uuc	1	1	2/3	1	0
c_1^{+}	[ud]c	1	0	2/3	1	0
c_1^{o}	ddc	1	-1	2/3	1	0
s^{+}	[su]c	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	—1/3	1	-1
s^{o}	[sd]c	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	—1/3	1	—1
T^{o}	ssc	0	—0	—4/3	1	—2
c_o^{+}	[ud]c	0	0	2/3	1	0
A^{+}	[us]c	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	—1/3	1	—1
A^{o}	[ds]c	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	—1/3	1	—1
X_u^{++}	ccu	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1/3	2	0
X_d^{+}	ccd	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1/3	2	0
X_s^{+}	ccs	0	0	—2/3	2	—1

$$4 \times \bar{4} = 1 + 5; \quad 4 \times 4 \times 4 = 20 + 20 + 20 + 4$$

எனவே இந்த SU(4) சொள்கை பல புது ஹேட்ரான் களைப் புகுத்துகிறது எனக் கண்டறியலாம். மேலும் SU(4) தொகுதிக்குள்ளேயுள்ள SU(3)சீரமைப்புகளை SU(3) Contents of SU (4) காணும் கணிதவியல் முறையைப் பின்பற்றி

$$20_m \supset 10_0 + 6_1 + 3_2 + 1_3$$

$$20 \supset 8_0 + 6_1 + \bar{3}_1 + 3_2$$

$$15 \supset 8_0 + 1_0 + \bar{3}_1 + 3-1$$

என அறியலாம். எடுத்துக்காட்டாக, 20_m என்ற SU (4) சீரமைப்பு, 10, 6, 3, 1, என்ற SU (3) தொகுதி களை முறையே 0, 1, 2, 3 என்ற 'எழில்' குவாண்டம் எண்களுடன் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது எனத் தெரிகிறது. இந்தத் தொகுதிச் சமன்பாடுகளிலுள்ள 18, 10 அமைப்புத் தொகுதி ஹேட்ரான்களைத் தவிர மற்றவை புதியவையாகும். அட்டவணை 5 இல் புது ஹேட்ரான்கள் அவற்றின் குவாண்டம் எண்களுடன் பட்டியலிடப்பட்டு இருக்கின்றன. இதிலுள்ள எல்லாத் துகள்களும் 'கெல்மன் நிஜிஜிமா' (Gellman Nishijima) பொது விதிக்கு $Q = I_3 + \frac{Y}{2} + \frac{2}{3}C$, $Y = B+S-\frac{C}{3}$ கட்டுப்பட்டவை எனக் காணலாம். இவ்வா றாக இந்தப் புதிய நான்கு விதமான குவார்க் (Flavour Quark) தத்துவத்தின்படி பல புதிய மெசான்களையும், பேரியான்களையும் முன்னுரைக்க (Predict) முடிந்தது மகிழ்ச்சிதரக்கூடியது. இவற்றில் பலவற்றை ஸ்டான் ஃபோர்டில் உள்ள நேர்கோட்டு முடுக்குப் பொறி யிலும் (SLAC), ஜெர்மனியிலுள்ள மின்காந்த இணை அமைப்பிலும் (DESY)செய்முறை வல்லுநர்கள் கண் டுள்ளார்கள்.

1976இல் லெடர்மான் (Lederman), ஹெர்பெஸ் (Herbes), இன்னேஸ் (Innes) ஃபெர்மி ஆய்வுக் கூடத் தில் உள்ள 400 Gev புரோட்டான் அணுக்கரு முரண் பாட்டுச் சிதறல் மூலம் புதியதொரு 'அப்சிலான்' (Upsilon) 9.4 Gev நிறை உள்ள துகளையும், 1977இல் பெர்ல், கிஸ்க் என்பவர்கள் எலக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் உயர் ஆற்றல் முரண்பாட்டுச் சிதறலில் கனமான டௌ (Tau) லெப்டானையும் கண்டுபிடித்தார்கள். குவார்க் வகையை (Flavour) நான்கிலிருந்து ஐந்தாவது குவார்க்கை 'அழகு' (Beauty) என்றும், ஆறாவது குவார்க்கை 'உண்மை' (Truth) என்றும் அழைக்கின் றார்கள். இது SU (4) சீரமைப்பை SU (5) SU (6) ஆக முறையே உயர்த்துகிறது. இதன்மூலம் நிறை மிக்க பல புதிய துகள்களை அவற்றின் குவாண்டம் எண்ணுடன் முன்னுரைக்க முடிகிறது. ஆனால் ஆய்வுக் கூடத்தில் இவற்றைக் காணக்கூடிய உயர் ஆற்றல் முடுக்கிகளும் (High energy accelerators) உயர்பகுதிறன் கருவிகளும் இன்று நம்மிடமில்லை.

இவ்வாறாகக் கொள்கை அளவிலேயே உருப்பெற் றுள்ள குவார்க்குகள் உண்மையிலேயே உள்ளனவா என்பது மிகப்பெரிய கேள்வியாகும். செய்முறை வல்லு நர்கள் இந்தக் குவார்க்குகளை உயர் ஆற்றல் முடுக்குப் பொறிகளிலும், கடலுக்கடியிலும், மலைமேலும், காஸ் மிக் கதிர்களிலும் தேடினார்கள். லாரு (Laru), பயர் பாங்க் (Fairbank) முதலியவர்கள் மில்லிகனின் எலக்ட் ரான் மின்னூட்ட ஆய்வு (Millikan's oil drop method) மூலம் குவார்க்கைத் தேடினார்கள். மில்லிகண் ஆய்வில் எண்ணெய்த் துளிக்குப் பதிலாகக் காந்தப் புலத்தில் மிதக்கும் அதிக மின்கடத்தும் திறனுள்ள நியோபியம் (Niobium) பந்துகளைப் பயன்படுத்தினார். ஆராயப் பட்ட 3 நியோபியம் பந்துகளில் 2 பந்துகளின் மேல் $\pm$ 1/3 C என்ற பின்ன மின்னூட்டம் (Fractional charge) உள்ளதைக் கண்டுபிடித்தார்கள். இதே செய் முறையை ஜெனிவாவில் கல்லினாரோ (Gallinaro) முதலியவர்கள் இரும்பு உருளையைப் பயன்படுத்தியும், சான்பிரான்சிஸ்கோவில் உள்ள பிளாண்ட் (Bland) முதலியவர்கள் டங்ஸ்டன் (Tungsten) துகள்களைப் பயன்படுத்தியும் முயன்றார்கள். ஆனால் இவர்களால் பின்ன மின்னூட்டத்தைக் காண இயலவில்லை. இது வரை ஐயத்திற்கிடமின்றிப் பின்ன மின்னூட்டமுடைய குவார்க்குகள் உள்ளன என்று எவரும் கூறவில்லை.

துகள்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு (Range) அதி கரிக்க மின்காந்த விசையும் ஈர்ப்பு விசையும் குறையும் என நமக்கு நன்கு தெரியும். ஆனால் கோகட் (Kogat), வில்சன் (Wilson), சஸ்கிண்ட் (Susskind) என்பவர்கள் குவார்க்குகளுக்கு இடையே உள்ள விசையானது மாறிலி (Constant) ஆக இருக்கிறது என்று கூறுகிறார் கள். இவ்வாறானால் குவார்க்குகளைப் பிரிக்க மிக அதிக ஆற்றல் தேவைப்படும் எனத் தெரிகிறது. ஓர் அணுவிலிருந்து எலக்ட்ரானைப் பிரிக்க ஏறத்தாழ 10 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் தேவை. ஓர் அணுக்கருவைப் பிளக்க 100 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் தேவை. ஆனால் ஒரு புரோட் டானையோ அல்லது நியூட்ரானையோ அவற்றின் மூலத்துகள்களாகிய குவார்க்குகளாகப் பிரித்து அவற்றை இரண்டு செ.மீ. தொலைவு நகர்த்த 10^{13} Gev ஆற்றல் தேவைப்படும் எனக் கணக்கிட்டுள் ளனர். இந்த அளவு ஆற்றலை உருவாக்கும் கருவி களும் இன்று நம்மிடமில்லை. அவ்வாறு உருவாக்க முடிந்தால் கூடக் குவார்க்குகளைத் தனித்துப் பிரிக்க முடியாது என்று உறுதியாகக் கூறலாம். அப்படியே 10^{13} Gev ஆற்றலை உற்பத்தி செய்து ஒரு புரோட் டானைப் பிளக்க முனைந்தால் அதனுள் உள்ள ஒரு குவார்க் வெளிப்படும்பொழுதே பல புதிய எதிர்க் குவார்க்குகள் வெளியே உருவாகலாம். இப்புதிய குவார்க்குகள் மற்ற இரு புரோட்டான் குவார்க்கு களுடன் சேர்ந்து புதிய ஹேட்ரானாக மாற வாய்ப் புள்ளது. புரோட்டானிலிருந்து வெளி வந்த குவார்க் கோ ஒரு புதிய எதிர்க்குவார்க்குடன் சேர்ந்து ஒரு

மெசான் ஆகிவிடும். இவ்வாறாக ஒரு குவார்க்கைத் தனிமைப்படுத்துவதற்குப் பதிலாக ஒரு புதிய மெசானை உருவாக்குவதில் வெற்றி பெறுவோம்.

குவார்க்குகளைத் தனிமைப்படுத்த முடியாது என்றும், அவை ஒன்றுக்கொன்று 'குளுவான் (Gluon) என்றும் 'பரிமாற்றத்' துகளை மாற்றிக் கொண்டு வலிமை மிக்க விசையுடன் இயங்குகின்றன என்றும், ஹேட்ரானுக்குள் சிறைப்பட்டுள்ளன (Quark confinement) என்றும்,குவாண்டம் நிற இயக்கவியல் (Quantum Chromo Dynamics) என்ற புதிய கொள்கை வாயிலாகக் கூறுகிறார்கள். இந்தக் கருத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு பல புதிய குவார்க் சிறை அமைப்புகள் உருவாகியுள்ளன. அவை முறையே 'பை' வடிவம் (Bag model), 'நூல் வடிவம் (String model), அணிக்கோப்புப் பை வடிவம் (Lattice bag model) 'முகில்பை' வடிவம் (Cloudy bag model) முதலியன ஆகும். இதில் 'பை' வடிவம் என்பது மாசாசூசெட்' தொழில் நுட்பக் கூடத்தில் (Massachusette Institute of Technology) உள்ள இயற்பியல் வல்லுநர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கற்பனையாக, உலக உருண்டையைச் சுற்றிக் காற்று வெளிக்கு மாறாகத் தண்ணீர் வெளி (Water atmosphere) இருக்கிறது என்று கொண்டு அத்தண்ணீரினைக் கொதிக்க வைத்தால் மிகப்பல நீராவிக் குமிழ்கள் உண்டாகும். இந்தக் குமிழ்களுக்குள் நீராவி மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதிக் கொண்டு இயங்கிக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் நீராவி தண்ணீராக மாறியவுடன் இதே மூலக்கூறுகள் நீராவி மூலக்கூறுகளாகத் தனித்து இயங்க முடியாது. இதே மாதிரியாக ஹேட்ரான்களைக் குமிழ்களாக உருவகப்படுத்தினால் அதனுள் உள்ள குவார்க்குகள் இயங்கி இடையீட்டு வினைகள் புரிகின்றன (Asymptotic freedom). ஆனால் இதே குவார்க்குகளை நிறைய ஆற்றல் செலவழித்து வெளியே கொண்டு வர முயன்றால் நாம் வெற்றி பெற மாட்டோம். இந்தக்கொள்கை வாயிலாக ஏற்கெனவே உள்ள ஹேட்ரான் நிறைகளைச் சரியாகக் கணிக்க முடிகிறது. குவார்க் விதியில் அடங்காத ஹேட்ரான்களை அயற் பண்புடைய (Exotic) ஹேட்ரான்கள் எனக் கூறலாம். உதாரணமாக $q^2 q^{-2}$, q^6, qqg, q^{12} முதலியன அயற் பண்புடைய ஹேட்ரான்களாகும். இந்தப் புது வகையான ஹேட்ரான்களின் நிறைகளையும் அவற்றின் சிதைவு, ஆயுட்காலம் முதலியவற்றையும் கூட, குவார்க் சிறை அமைப்புகள் மூலம் அறிய முடிகிறது. இவ்விதமான அயற்பண்புடைய ஹேட்ரான்களைச் செய்முறை வல்லுநர்களால் குவாண்டம் மின் இயக்கவியலை (Quantum Electro dynamics) ஆபீலியன் கோட்பாடு (Abelian guage theory) என்ற கணிதக்கொள்கை மூலம் புரிந்துகொள்ள முடிகிறது. குவாண்டம் நிற இயக்கவியலை அறிந்துகொள்ள அபீலியன் அல்லாத கோட்பாடு (Non-Abelian guage theory) தேவைப்படுகிறது. இந்தக் கொள்கை மூலம் சிறைப்பட்டுள்ள குவார்க்குகள் குளுவானை (Gluon) மாற்றிக்கொண்டு செயல்படுகின்றன என்றும், இந்தக் குளுவான்கள் சுழி மின்னூட்டம்,சுழி பொருண்மை, தற்சுழற்சி எண் 1 உள்ளவை என்றும் அவற்றுள் 8 வகை உள்ளன என்றும் அறிகிறோம். தற்சுழற்சி எண் 'ஒன்றைக்' கொண்டுள்ளதால் இவற்றை 'வெக்டார் குளுவான்' எனக் கூறுகிறோம்.

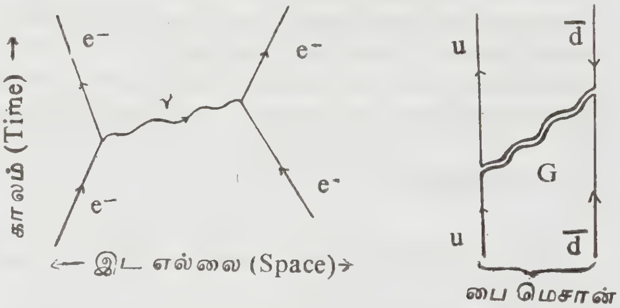
மின்காந்தவிசை இயங்கத்தற்சுழற்சி எண்,சுழி மின்னூட்டம், சுழி நிறை உள்ள ஃபோட்டான் தேவைப்படுகிறது. உயர் ஆற்றல்விசை செயல்படத் தற்சுழற்சி எண் 1, சுழி மின்னூட்டம், சுழி நிறையுடைய 8 குளுவான்கள் தேவைப்படுகின்றன. இதே போல் ஆற்றல் குன்றிய விசை செயல்படத் தற்சுழற்சி எண் 1 உள்ள மூன்று போசான்கள் தேவைப்படுகின்றன எனக் கண்டு பிடித்துள்ளார்கள். எடுத்துக்காட்டாக நியூட்ரானின்

β சிதைவில் $n \longrightarrow p + \bar{e} + \bar{\gamma}\ \bar{e}$

$$(udd) \longrightarrow (u\,u\,d) + \omega \longrightarrow \bar{e}\ \bar{\nu}_e$$

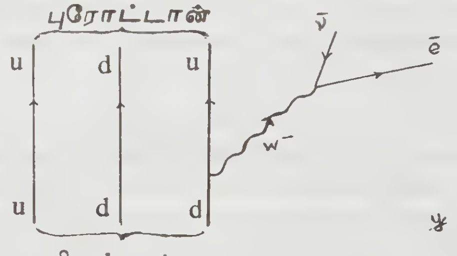
(படம் 3)

மின் காந்த இடையீட்டு வினை



ஆற்றல்மிக்க இடையீட்டு வினை

ஆற்றல் குன்றிய இடையீட்டு வினை



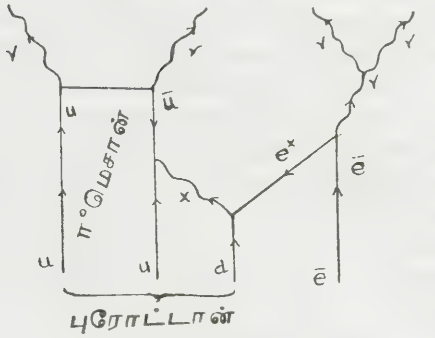
இதில் ω என்ற வெக்டார் போசான்கள் பங்கேற்கின்றன (படம்-3). இதையே கணிதவியல் தொகுதி மூலமாக அறிய முற்படுவோமானால் மின்காந்த விசை U (1) தொகுதியில் அடங்கும். இதற்குத் தேவைப்படும் துகள் ஒன்று. அதாவது ஃபோட்டான் ஆற்றல் குன்றிய விசை SU (2) தொகுதியில் அடங்கும். இதற்குத் தேவைப்படும் துகள்கள் (2^2-1) மூன்று. இவை ω^+, ω^-, Z^o ஆகும். ஆனால் குவார்க்குகளுக்கிடையே

இயங்கும் விசை SU (3) சீரமைப்பில் அடங்குவதால் எட்டுத் துகள்கள் (3^2—1) தேவைப்படுகின்றன. இந்த மூன்று விசைகளையும் இயக்க ஒரே தற்சுழற்சி எண்ணுள்ள துகள்கள் தேவைப்படுவதால் இந்த மூன்று விசைகளையும் ஒருங்குபடுத்த இயற்பியல் வல்லுநர்கள் முனைந்தார்கள். முதலில் ஹார்வார்டு பல்கலைக் கழகத்தில் ஜூலியன் சுவிங்கர் (Julian Schwinger) என்பவர் 1855 ஆம் ஆண்டளவில் ஆற்றல் குறைந்த விசையையும், மின்காந்த விசையும் ஒருங்கிணைக்க முயன்றார் (Unification of electro weak interaction). அதில் தவறுகள் இருந்தன. இவற்றை நீக்கி Z^0 என்ற சுழி மின்னூட்டப் போசானை நுழைத்து கிளாஸ்கோ என்பவர் சிக்கலைத் தீர்த்துவைத்தார். மற்ற கணிதவியல் சிக்கல்கள் 1967 வரை தீர்க்கப்படாமலேயே இருந்தன. 1967ஆம் ஆண்டளவில் ஸ்டீவன் வெயின்பர்க் (Steven Weinberg), ஹார்வார்டு பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த அப்துஸ்சலாம் (Abdus Salam) என்பவர்கள் இதற்குத் தீர்வு கண்டார்கள். 1970இல் டி.ஹூஃப்ட் (t–Hooft) என்பவரின் உழைப்பின் மூலம் வெயின்பர்க் சலாம் கொள்கை சரியானதே என்று அறுதியிட்டுக் கூறப்பட்டது. இதற்காக 1979-இல் கிளாஸ்கோ, வெயின்பர்க், சலாம் ஆகியவர்களுக்கு நொபெல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

இதன் பின்னர் இயற்பியல் வல்லுநர்கள் துகள்களுக்கிடையே நிகழும் மூன்று வகை விசைகளையும் (மின்காந்தவிசை, அணுக்கருவிசை, குறைவலிமை விசை) (படம்-5) SU(5) ⊃ SU(3) (X) SU (2) (×) U (1) என்ற கணிதவியல் கொள்கை வழியாக ஒருங்குபடுத்த முயன்று வருகிறார்கள். இந்த ஒருங்கிற்கு 24 துகள்கள் (5^2—1) தேவைப்படுகின்றன. இவற்றில் SU (3) இல் 8 குளுவான்களும், SU (2)இல் 3 இடைநிலை வெக்டார் போசான்களும், U (1)இல் ஒரு ஃபோட்டானும் ஏற்கனவே உள்ளவை. மிகுதியுள்ள 12 துகள்களை x எனப் பெயரிட்டுள்ளனர். SU (5) சீரமைவு சரியாக (Exact symmetry) அமைந்திருந்தால் 24 துகள்களும் ஒன்றே போல் சுழி நிறையுடன் இருக்க வேண்டும். அவ்வாறு இல்லையாதலால், சீரமைவுக் குறைபாடு (Broken Symmetry) என்ற கொள்கையினை 1964இல் ஹிக்ஸ் (Higgs) என்பார் புகுத்தி மேலும் பல ஹிக்ஸ் போசான்களை முன்னுரைத்தார். ஹிக்ஸ் போசான்களின் நிறை 10^{+15} Gev ஆக இருக்கலாம் எனக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இவற்றைப் புரோட்டான்-எதிர்புரோட்டான் சிதறலின் பின்விளைவாகக் காணலாம். நம்மிடமுள்ள உயர் ஆற்றல் மின்விசை முடுக்கிகள் 1000 Gev வரைதான் செயல்படும். ஆகையால் இத்துகள்களைப் பார்க்க வேண்டுமானால் நாம் இன்னும் ஆற்றல் மிகுந்த கருவிகளை உருவாக்கவேண்டும். இந்த விசைகளின் ஒருங்குக் கொள்கை, இந்த நாள் வரை அழியவே அழியாது என்று நினைத்திருந்த புரோட்டானைச் சிதைவுறக் கூடியது (படம்-4) $P \longrightarrow \pi_0 + e^+$) என்று அறுதியிட்டுக் கூறுகிறது. ஓர் அய்ட்ரசன் அணுவிலுள்ள புரோட்டானில் (u, ud) என்ற குவார்க்குகள் உள்ளன.

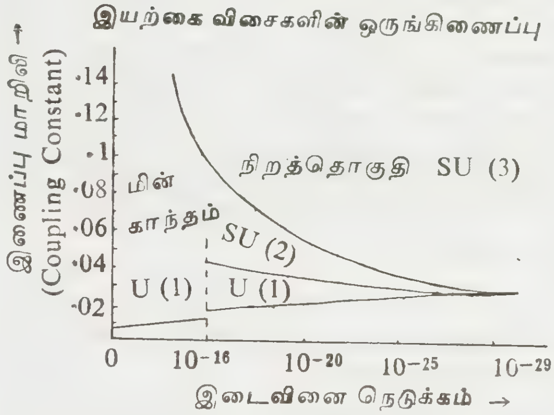
(படம் 4)

புரோட்டான் சிதைவு



(படம் 5)

இயற்கை விசைகளின் ஒருங்கிணைப்பு



அவை 10^{-31} மீட்டருக்குள் வருமானால் x துகளை ஒன்றுக்கொன்று மாற்றிக் கொண்டு செயல்படும். இதிலுள்ள d குவர்ர்க் x துகளை வெளியிட்டு e^+ ஆக மாறிவிடும். வெளியிடப்பட்டுள்ள x துகளை u குவார்க் உள்வாங்கிக்கொண்டு ū ஆக மாறிவிடும். இந்த எதிர்க் குவார்க் மற்றுமொரு u வுடன் சேர்ந்து 'பை' (Pion) ஆக மாறி அது அழிந்து உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்களாக வெளிப்படுகிறது. முன்னால் வெளிப்பட்ட பாசிட்ரான் (e^+) அய்ட்ரஜன் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரானுடன் சேர்ந்து அழிந்து ஃபோட்டான்களை வெளியிடும். இவ்வாறாக ஓர் அய்ட்ரஜன் அணு இருந்த இடத்தில் அது சிதைந்து அதற்குப் பதில் உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்களைக் காண்கிறோம். இங்கே பருப்பொருள் முழுவதுமாக அழிந்து ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. இந்தப் பருப்பொருள் அழிவு அணுக் கருப் பிளப்புமுறை (Fission), பிணைப்பு முறைகளை (Fusion) விட விரைவாகச் செயல்பட்டு இச்செயல் முறைகளை விட அதிக ஆற்றலை (100% ஆற்றலைக் கூட) வெளியிடுகிறது. இந்த வகையில் அய்ட்ரஜன் அணுவின் அழிவு அதிகமாகச் செயல்பட வாய்ப்பில்லை. இருந்தால் இதனை நாம் செயற்கூடத்தில் கண்டுணர்ந்திருப்போம். வெயின்பர்க், ஜியோர்ஜி, எல்லிஸ் (Ellis), கெயிலார்டு (Gaillard) முதலானோர் புரோட்டானின் ஆயுட்காலம் 10^{31} ஆண்டு எனக் கணக்

கிட்டுள்ளார்கள். இந்த SU (5) சீரமைப்புக் கொள்கை சரியாயின் நாம் புரோட்டான் சிதைவைக் காண முடியும் இதற்குப் 10^{31} ஆண்டுகள் காத்திருக்க முடியாது. இதற்குப் பதில் நம்மிடம் 10^{31} புரோட்டான்கள் இருந்தால் அதில் ஒன்று கட்டாயம் ஓர் ஆண்டிற்குள் சிதைவுற வேண்டும் என்று கருத்தில் கொண்டு இதைக் காணப் பெரிய அளவில் செயற்கூடங்களை நிலத்தடியில் மிகத் தொலைவில் அண்டக் (காஸ்மிக்) கதிர் இயக்கங்களைத் தவிர்த்து உருவாக்கி வருகிறார்கள். இதில் ஒன்று கிளீவ்லாந்தில் (Cleveland) உள்ள உப்புச் சுரங்கத்திலும், உடாவிலுள்ள (Utah) வெள்ளிச் சுரங்கத்திலும் மினிசோட்டாவில் (Minisota) உள்ள இரும்புச் சுரங்கத்திலும், இந்தியாவிலுள்ள கோலார் தங்கச் சுரங்கத்திலும் இவற்றை இயக்குகிறார்கள்.

குவார்க்குகளின் எண்ணிக்கை 4,5,6 ஆக உயர்ந்து வருவதால் குவார்க்குகளை அடிப்படைத் துகள்கள் என அழைக்க முடியுமா என்ற ஐயம் வலுப்பெற்று வருகிறது. ஆகவே இன்றைய இயற்பியல் வல்லுநர்களின் முன்னுள்ள கேள்வி, குவார்க்குகளுக்குள் மேலும் அடிப்படையான துகள்கள் (Sub quark structure) இருக்கலாமா என்பதும், புரோட்டானின் சிதைவினைச் செய்முறையில் ஐயம்திரிபறக் காணமுடியுமா என்பதுமே ஆகும்.

கே.பி.

1. **P.T. Mathews, 'The Nuclear Apple'**, *Chatto & Windus*, London 1971
2. **Ch. Ching & K.O'Neil,** *'Elementary Particle physics'*, Addision Wesley Publishing Company
3. Unitary Symmetry & Elementary Particles
4. **Weinberg**, *Unified theory of elementary particle Interaction;* Scientific American July 1974. page-50
5. **Glashow**, *'Quarks with Colours & flavours'*, Scientific American 1965
6. **M. Lederman**, *'The Upsilon Particle'* Oct-1978 Scientific American-Page-60
7. **Krisch**, *'The spin of the Proton'*, Scientific American, May 1979, 58
8. **A. Johnson**, *'The Bag Model of Quark Confinement'* Scientific American July 1976, 100
9. **M. Jacob & P. Landshoft**, *'The Inner structure of the Proton'*, Scientific American, March 1980, 46
10. **T.Hooft**, *'Gauge Theories of the Forces between Elementary Particles'*, Scientific American 1980, 90
11. **Wilson**, *'The Next Generation of Particle Accelerators'* Scientific American, Jan 1980, 26
12. **H. Georgi** *'A Unified theory of Elementary Particles & Fields'*, Scientific American April 1980, 40
13. **Weinberg**, *'The Decay of the Proton'*, Scientific American, June 981, 52
14. **Bloom & Feldman**, *'Quarkonium'*. Scientific American, May 1982, 42
15. **Clive, Rubbia & Van der mee**, *'A Search for Intermediate Vector Bosons'*, Scientific American, 1982, 38
16. **Jones**, *'A Review of Quark Search Experiment'*, Rev, Mod. Physics, October 1977, Vol. 49, 717
17. Review of Particle Properties-Particle Data Group physics Letters, April, 1982

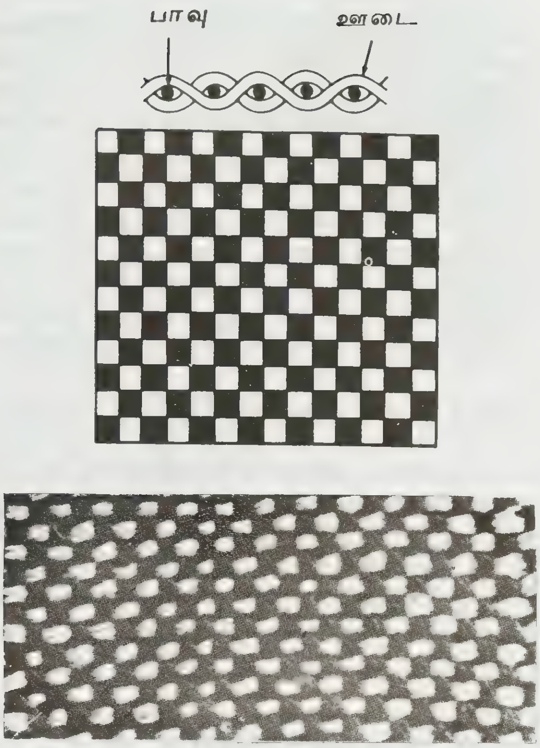
அடிப்படை நெசவமைப்புகள்

கைத்தறியில் வேறு தனி இணைப்பு ஏதும் இல்லாமல் நெய்யக்கூடிய நெசவுகளை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை இயல்பு நெசவு, இருபடை நெசவு நாற்படை நெசவு என்பன.

இயல்பு நெசவு (Plain Weave)

இது கைத்தறியில் நெய்யக்கூடிய நெசவுகளில் மிக எளிய நெசவு முறை. இதைச் சாதா நெசவு என வழங்குவர். இது சம, சமமிலா, கூடை நெசவென மூன்று வகைப்படும். இந்த நெசவு இழைகள் செங்குத்தாக ஒன்றைவிட்டு ஒன்றின்மேல் படியும்படி நெய்யப்படும். ஒவ்வொரு பாவு (warp) நூலையும் ஒவ்வோர் ஊடை (weft) நூலையும் பின்னி எண்ணற்ற பின்னல் அமையும்படி நெய்யப்படும்.

இயல்பு நெசவுக்கு இரட்டைப்புணிக் கைத்தறி (two harness loom) இருந்தால் போதும். இந்த நெசவு முறை மிகவும் சிக்கனமானது. இதை 111 நெசவு என்பர். நெசவின்போது ஒரு புணி மேலும் மற்றொன்று கீழும் அமையும். இயல்பு நெசவில் அச்சிடலோ பரப்பு சீர் செய்தலோ செய்யாதவரை சரியான பக்கம் சரியற்ற பக்கம் என்று ஏதும் அமைவதில்லை. இயல்பு நெசவு பல வடிவங்களை அச்சிடவும் எழுத்துக்கள் பொறிக்கவும் மெருகிடவும் மடிப்பமைக்கவும் (puckering) ஏற்றதாய் அமைகிறது. ஒரு சதுர செ.மீ.இல் பல பின்னல்கள் அமைவதால் இயல்பு நெசவுத் துணிகள் குறைந்த உறிஞ்சுதிறனும் மிகுந்த மடிதிறனும் குறைந்த முறுக்கவிழ் திறனும் சிக்குத் திறனும் உடையதாய் உள்ளன. பல்வேறு இழை வகைகளையும் புதுமை



படம் 1. இயல்பு நெசவு. நூல் நெய்யும் அமைப்பைக் காட்டும் மூன்று வழிகள்.

மேல்படம் : குறுக்குவெட்டு முறை

நடுப்படம் ; சதுரங்கப் பலகை முறை

கீழ்ப்படம் : ஒளிப்படம் (photograph)

அல்லது யாப்புடைய நூல்களையும் நூலின் அளவு வேறுபாடுகளையும் முறுக்கு வேறுபாடுகளையும் படல அல்லது பொதி நூல்களையும் பலவித பரப்பு சீர் செய்தல் முறைகளையும் பயன்படுத்தி இயல்பு நெசவில் எண்ணற்ற அழகு நுட்பங்களை உருவாக்க முடியும்.

எளிய இயல்பு நெசவில் பாவு, ஊடைகளுடன் ஒரே அளவில் அமையும் சம தொலைவில் அமைந்து, சம மான இயல்பு நெசவை உருவாக்குகிறது. மற்ற வகை களில் பாவு நூல்கள் பல வகைப்பட்டன. அவை ஊடை களுடன் இழைந்து கம்பங்களை (ribs) ஏற்படுத்து கின்றன. இதைச் சமமிலா இயல்பு நெசவு என்பர். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இழைகள் அமை யும்படி பாவும் ஊடையும் நெய்யப்பட்டால் அதற்குக் கூடை நெசவு (Basket weave) என்று பெயர்.

சம இயல்பு நெசவு (Balanced Plain Weave). சம இயல்பு நெசவு ஆடைகள் மற்ற நெசவு ஆடைகளை விடப் பலவிதப் பயன்களை உடையவையாகையால் நெய்யும் ஆடைகளுள் இவ்வகை ஆடைகளே பெரும் பகுதியாக அமைகின்றன. இவற்றின் எடையைப் பொறுத்து மிக மெல்லிய ஆடைகளிலிருந்து மொத்த மான ஆடைகள் வரை பலவகை உண்டு.

மெல்லிய ஆடைகள் (Sheer Fabrics). இவை மிக மெல்லியவை; எடை குறைந்தவை; ஒளி ஊடுருவு பவையாகவும் பகுதி ஒளி ஊடுருவுபவையாகவும் அமை கின்றன. அதிக எண்ணிக்கையுள்ள இழைகள் கொண்ட மெல்லிய ஆடைகளில் நுண்மையானவையாக இருப்ப தால் ஒளி ஊடுருவுந்தன்மை ஏற்படுகிறது. லான் (Lawn), ஆர்கண்டி (Organdy), பேட்டிஸ்டி (Batestei) ஆகிய ஆடைகள் ஒரே சாம்பல் நிற இழைகளிலிருந்து (லான்-சாம்பல் இழைகள்) பெறப்படுகின்றன. ஆனால் அவை சீர்செய்தல் முறைகளில் வேறுபடுகின்றன. இதில் மிகத்தரமான வகை ஆடைகள் சீர்பருத்தி (combed cotton) யாலோ பருத்தி பாலியெஸ்டர் இழைகளாலோ நெய்யப்படுகின்றன. இந்த மெல்லிய ஆடைகள் கண்ணாடித் திரைகளாக ஓரளவு மறைப்பும் ஓரளவு ஒளியும் தரும். இவை கோடைகாலச் சட்டை கள் (ஆண், பெண் இரு பாலாருக்கும்), குழந்தைகளின் உடைகள் தைக்க உதவும். இவற்றைக் குறுகிய காலச் சலவைக்கும் குறைந்த சலவை வெப்பநிலைக்கும் உட் படுத்த வேண்டும். இவை விரைவாக உலர்வதால் பெட்டிபோடும்போது நனைக்க வேண்டிய தேவை யில்லை. சிறிய மடித்த ஓரங்களும் மூட்டுவாய்களும் இவ்வாடைகளின் இழைகள் பயன்பாட்டின் போது பிரியாமலிருக்கத் தேவைப்படுகின்றன.

உயர்-எண் மெல்லிய ஆடைகள் (High-count sheers)

ஆடை	நூல் எண்	இழை அளவும் எண்ணும்	
		பாவு	ஊடை
லான்	88 88	70 ஒ*	600 ஒ*
ஆர்கண்டி	,,	,,	,,
பேட்டிஸ்டி	,,	,,	,,

(* ஒ என்பது ஒற்றை இழை என்பதைக் குறிக்கும். முறுக் கிழையை 38/2 அல்லது 44/2 எனக் குறிப்பது வழக்கம்)

மிக மெல்லிய பருத்தி ஆடை ஆர்கண்டி எனப்படு கிறது. இதற்கு மெலிவும் கருக்கும் (Crispness) அமிலத் தால் ஊட்டப்படுகின்றன. இது மிகவும் விறைப்பான தாகையால் எளிதாக மடிந்து நலுங்கிவிடும். அச்சிடப் பட்ட கருக்காடை லான் என வழங்கப்படும். இம்மூன் றிலும் மென்மையானது பேட்டிஸ்டி எனப்படும். பேட் டிஸ்டி ஆடைகள் மயிர், பாலியெஸ்டர், பாலியெஸ்டர் பருத்தி இழைகளால் நெய்யப்படுகின்றன. கிங்காம் சாம்பிரே ஆடைகள் லானையொத்த எடையுடை யன. இவை சாயம் பூசிய இழையால் நெய்யப்படு கின்றன.

படல நூல் மெல் - ஆடைகள் அவற்றின் இழை பெயரால் குறிப்பாகப் பாலியெஸ்டர் மெல் - ஆடை கள், நைலான் மெல் - ஆடைகள் என அழைககப்படு

கின்றன. அல்லது அவை எவ்வகையான பருத்தி ஆடையை ஒத்திருக்கின்றனவோ அந்தப் பெயரால் வழங்கப்படுகின்றன. நைலான் என்பது திரைகளுக்குப் பரவலாகப் பயன்படும் மெல்லிய ஆடையாகும். ஜார்ஜெட், ஷிபான் என்பன சுதுக்க (Crepe) நூல்களால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை மென்மையும் மினுமினுப்பும் உடையவை.

வாயில் என்பது சிறப்பு நிலை உயர முறுக்கிழை அல்லது முறுக்கின் மேல் முறுக்கமைந்த இழைகளால் தயாரிக்கப்பட்ட மெல் - ஆடையாகும். வாயில் ஆடைகள் முன்பெல்லாம் பருத்தியாலோ மயிரிழையாலோ தயாரிக்கப்பட்டன. தற்காலத்தில் அவை பிற செயற்கை இழைகளாலும் நெய்யப்படுகின்றன.

இடைநிலை எடை ஆடைகள் (Medium Weight Fabrics). எடை குறைந்த அல்லது எடை மிகுந்த ஆடைகளை விட இடைநிலையான எடையுள்ள ஆடைகள் நடைமுறையில் பெரிதும் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை இடைநிலையளவு நூலிழைகளையும் நடுத்தர நூலெண்களும், துண்டித்த அல்லது சீர் செய்த இழைகளும் உடையன. இவை பல வகைகளில் நெய்யப்படுகின்றன. சாயமூட்டிய நூல்களிலிருந்தும் நெய்யப்படுகின்றன. துண்டித்த இழை ஆடைகள் ஒரு வகையான சாம்பல் நிறப்பொருள் துணியிலிருந்து அதாவது அச்சிட்ட துணியிலிருந்து மாற்றியமைக்கப்படுபவையாகும். மெரும்பாலான அச்சிட்ட துணிகள் பெர்கேல் (Percale) எனப்படும் மெதுவான, சற்றே கருக்கான அச்சிட்ட அல்லது தனி நிறத் துணியாக மாற்றப்படுகின்றன.இவ்வகையில் சிறுசிறு கண்கள்அமைந்துள்ளபடி அச்சிடப்பட்டால் அதற்குக் காலிகோ (Calico) என்றும் வெறும் அச்சிட்ட டிசைன் அமைந்திருந்தால் அதற்கு ஷின்ட்ஜ் (Chintz) என்றும், வழுவழுப்பான பிசினால் இதன் பரப்பு சீர் செய்யப்பட்டால் அதை மெருகூட்டிய ஷின்ட்ஜ் என்றும் வழங்குவர். மெருகூட்டிய ஷின்ட்ஜ் திண் - நிறங்களிலும் அச்சிட்டுத் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இவை பருத்தி, பாலியெஸ்டர் அல்லது உயர் - ஈர ரேயான் (rayon) இழைகளால் நெய்யப்படுகின்றன. சட்டைகள், உடைகள், பைஜாமாக்கள், லான் முதலாக மொத்தமான படுக்கை விரிப்பு வரையுள்ள எளிய சமநெசவு ஆடைகள் மஸ்லின்கள் (muslins) எனப்படுகின்றன. கலவை செய்யப்படாத அல்லது வெண்ணிறமான இடைநிலை எடையுள்ள ஆடைகளை இப்பெயர் குறிக்கும்.

கிங்காம் என்பது கட்டமிட்ட சாயம் தோய்த்த நூலாடையாகும். இது திண் நிறமுடையது. சாம்பிரேக் (Ghambric) திண் நிறமுடையது எனினும் அதில் வெள்ளை ஊடை நூலும் நிறமூட்டிய பாவு நூலும் அல்லது சில வேளைகளில் ஊடையும் ஆழ் நிறமுடையதாக அமையும் அல்லது இது பட்டைகள் உடையதாகவும் அமையும். சில நேரங்களில் இதில் சமமற்றமேடான பாவு இழைகள் எண்ணிக்கையும் பட்டாப் பட்டி அல்லது பாப்ளின் போன்ற கம்பங்கள் ஊடைகளாக அமைந்தும் நெய்யப்பட்டிருக்கும். கிங்காமும் சாம்பிரேக்களும் பருத்தியாலும் பருத்தித் திரிகளாலும் நெய்யப்பட்டு நீடித்த உழைப்பு உடையபடி நன்கு பதப்படுத்தப்படுகின்றன. பருத்தியைத் தவிர வேறு இழைகளால் அவை நெய்யப்படும்போது அந்த இழையின் பெயர் ஆடையின் பெயருடன் அடையாக வரும். (எ. கா.)பட்டுகிங்காம், பட்டுசாம்பிரே, படல இரேயான் ஆடைகள் என வழங்கப்படும். கருக்கான பரப்பு சீர்நிலை வாய்ந்தவையாக அமைந்தால் அவற்றுக்கு 'டஃபேட்டாஸ்' என்று பெயர். மயிரிழையால் நெய்யப்படும் இவற்றையொத்த ஆடைகள் மயிரிழைக் கட்ட ஆடைகள் அல்லது ஆயர்க்கட்ட ஆடைகள் எனப்படும்.

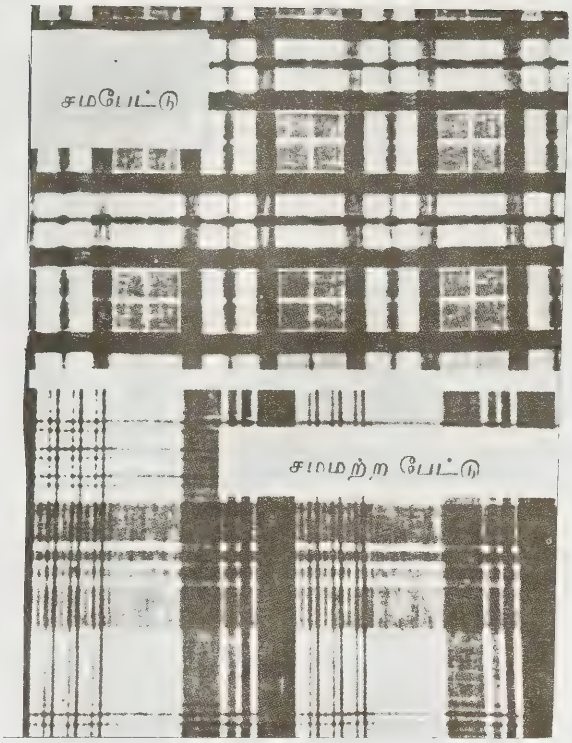
கிங்காம், சாம்பிரே ஆடைகள் அவற்றின் தறிகளைப் பயன்படுத்துவதற்குப் பெருந்திறமை தேவைப்படுவதாலும், சாயமூட்டா நூல்களைக் கொண்டு நெய்வதை விடச் சாயமூட்டிய நூல்களைக் கொண்டு ஆடைகள் நெய்யப் பெரிதும் வேலைத்திறன் தேவைப்படுவதாலும், ஆடை தயாரிப்பாளர் அதிகமான தேக்கப் பொருள்களைத் தேக்கி வைக்கப் பெரிய பொருள் கிடங்கு தேவைப்படுவதாலும் இவை மிகவும் செலவு மிக்கவையாகும்.

திண்நிற ஆடைகளைவிடக் கட்டங்களும் பேட்டுகளும் பட்டைகளும் அமையும் ஆடைகள் பல சிக்கல்கள் உடையவை.

மாற்றிய சீர் செய்த ஆடைகள் (Converted finished fabrics)

ஆடைகள்	நூல்எண் இடைவெளி	நூலின் அளவு	
		பாவு	ஊடை
துண்டித்தவை	80×80 முதல்	30 ஒ	42 ஒ
பெர்கேல் (மஸ்லின், பிரிஸ்ஸி காலிகோ, ஷின்ட்ஜ்)	44×48 வரை		
சீர் செய்த பருத்தி	96×80	40 ஒ	50 ஒ

படம்-2இல் இத்தகைய சமமற்ற பேட்டு வகைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவற்றைச் சமப்பேட்டு வகைகளுடன் ஒப்பிடுக. எளிய ஆடைகளை வெட்டுவதை விட இத்தகைய பேட்டு ஆடைகளை வெட்டுதல் மிகுந்த நேரத்தை எடுத்துக் கொள்ளும். செலவு குறைந்த உடைகளில் பேட்டுகள் பொருந்தும் வகையில் வெட்டப்பட்டுத் தைக்கப்படுவதில்லை. முகப்பின் ஒரு பகுதியும் பின்புற மூட்டுவாய்களும் மட்டும் பொருந்தும்படி அமைக்கப்படுகின்றன.



படம் 2. கிங்காம் நூலில் சாயம் தோய்த்த துணி

கிங்காம் போன்ற அச்சிட்ட போலி டிசைன் வகைகளும் உண்டு. இவற்றுக்குச் சரியான பக்கம் சரியற்ற பக்கமென இரு பக்கங்கள் உள்ளன. ஆனால் கிங்காம் உடையில் இவ்வேறுபாடு இல்லை. இவற்றின் கிங்காம் போலி ஆடைகளில் நீளவாட்டப் பட்டைகள் மணிகள் அனைத்தும் குறுக்குவாட்டப் பட்டைகள் மணிகளிலிருந்து விலகியும் அமையும்.

பருத்த எடைத்துணிகள் (Suiting Weight Fabrics) தைக்க மிகவும் கனமான துணிகளைப் பருத்த எடைத் துணிகள் என்பர். இவை குளிர் நாட்டு நாகரிக ஆடைகளுக்கு ஏற்றவை. நம்நாட்டிலும் வழக்கில் ஓரளவு உள்ளன. இவற்றின் ஊடை நூல்கள் பாவு நூல்களை விடப் பெரியவை. ஏனென்றால் அவை குறுக்குக் குறைந்தவை. இவை எடை மிகுந்தவையாயிருப்பதால் மடிப்பு எதிர்திறனும், ஆனால் கூடுதலான முறுக்கவிழ் திறனும், குறைந்த நூல் எண்ணும் உடையவை.

பருத்தி பருஎடைத் துணிகள் பருநிலையான குறுகிய தகட்டு வடிவச் சாம்பல் நிறக்காடா இழைகளை மாற்றியமைத்து நெய்யப்படுகின்றன. அதன் வணிகப் பெயர் 'கெட்டில் கிளாத்' (Kettle cloth) ஆகும். இது தனி நிறமுடையதாகவோ, வண்ண அச்சிட்டதாகவோ அமையும். கிரீட்டோன் (Creatone) என்பது மிகப் பெரிய பூவமைப்புடைய பருத்திப் பருஎடைத் (சூட்டிங்) துணியாகும்.

கிராஷ் (Crash) என்பது மொத்தமான மெல்லியதான பகுதிகள் அமைந்த துணிகளால் நெய்யப்பட்ட சீரற்ற தோற்றமுடைய துணியாகும். இது இயல்பு நெசவுத் துணிகளைவிடக் குறைந்த அளவே மடியும். புட்சர் இரேயான் (Butcher rayon) என்பது 100 விழுக்காடு இரேயான் அல்லது இரேயான் அசெட்டேட்டுத் திரிகளாலான கிராஷைப் போன்ற துணியே. இது எடை மிகுந்தலினன்சூட்டிங்குகளைப்போல்தோற்றமளிக்கும்.

டுவீடு என்பது தனி இழை அல்லது கலப்பிழைகளாலான பலநிறச் சுருக்கங்களை உடையதாகும். இது ஸ்காட்லாந்திலுள்ள டுவீடு ஆற்றின் பெயரால் வழங்கப்படுகிறது.

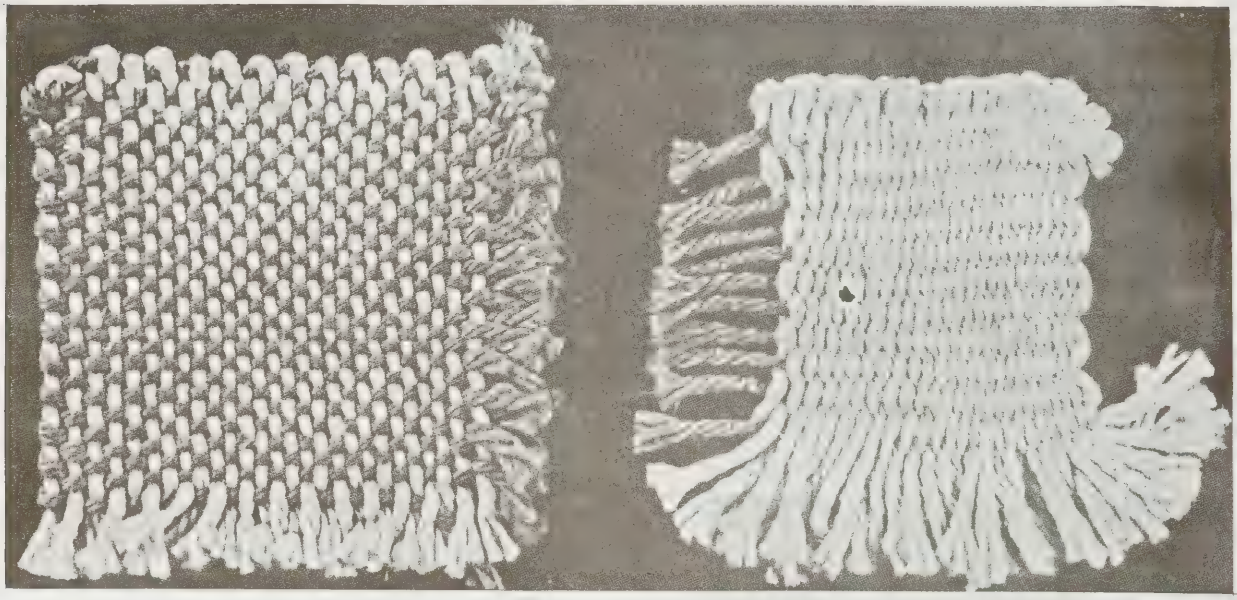
பருஎடைத் துணிகள்

ஆடை	நூல் எண்	நூல் அளவு
பருத்தி பருஎடைத் துணி	48×48 முதல் 66×76 வரை	13ஓ முதல் 20ஓ வரை

சமமற்ற இயல்பு நெசவு (Unbalanced Plain Weave). இயல்பு நெசவுத் துணிகள் பாவு நூல்களின் எண்ணிக்கையை ஊடை நூல்களின் எண்ணிக்கை போல் இருமடங்காகும் வரை கூட்டிக்கொண்டே சென்றால் ஊடை நூல்கள் ஒரு குறுக்கு போக்குடைய முகட்டை (rib) ஏற்படுத்தும். இந்த முகட்டை ஊடை முகடு அல்லது ஊடை கம்பம் (Filling Rib) என்று குறிப்பிடுவர். அப்போது ஊடை நூல்களை முற்றிலும் மூடிய பாவு நூல்களமைந்த பாவு மேல்தளம் உருவாகும். ஊடையும் பாவும் ஒரே அளவு நூலால் அமைந்தால் முகடுகள் சிறியவையாயும் ஊடை நூல்கள் பாவுநூலைவிடப் பெரியனவாக அமைந்தால் முகடுகள் பெரியவையாயும் அமையும்.

நூல்கள் பல்வேறு நிறங்களில் அமைந்தால் மேல் தளத்தில் பாவு நூல்களின் நிறமே தோன்றும். படம் 3-இல் உயர் பாவு நூலெண்ணும் பாவுதளமும் முகட்டுத் துணியிலமைந்த நிற வேறுபாடும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பட்டாபட்டியைப் போன்ற முகடுள்ள துணிகள் பெரும்பாலும் பெர்கேலை ஒத்தனவே. கீழே அவற்றின் வேறுபாடுகளைக் கண்டறியும் முறைகள் தரப்பட்டுள்ளன. 1. இரண்டு அங்குல சதுர பட்டாபட்டி, பெர்கேல் துணிகளை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். 2. கால் அங்குலக் கீற்றுள்ளபடி ஒவ்வொரு துணியையும் முறுக்கவிழ்க்க வேண்டும். 3. ஒவ்வொரு கீற்றிலுமுள்ள நூல் எண்ணிக்கைகளை எண்ண வேண்டும். பட்டாபட்டியில் பாவு நூல்கள் எண்ணிக்கை கூடுதலாக அடர்ந்து அமையும் (144 × 76). பெர்கேல் துணியில் பாவு நூல் எண்ணிக்கையும் ஊடை நூல் எண்ணிக்கையும் சமமாக அமையும் (80 × 80).



படம் 3. சம, சமமற்ற இயல்பு நெசவுகளை ஒப்பிடல்

குறைந்த தரமும் குறைந்த நூலெண்ணும் உடைய படல நூல்களாலான முகடுள்ள துணிகளில் தத்து (Slippage) ஒரு பிரச்சினையாகும். படம் 4-இல் இதைக் காணலாம். பொத்தான் துளைகளிலும் (Button holes) மூட்டுவாய்களிலும் கிழிசலும் இழுப்பும் ஏற்படுமிடங் களில்இந்த தத்தும் நிகழ்ச்சியைக் காணலாம். நூல்களின் நிறங்கள் வேறுபடும்போது அதாவது ஒளிர் சிவப்பு ஊடை நூலாலும் கருப்புப் பாவு நூலாலும் நெய்யப்பட்ட இரிடிசன்ட் டஃபேட்டா (Iridescent taffeta) துணியைப் போல் நூல்களின் நிறங்கள் வேறு படும்போது நழுவல் நிகழுமிடத்தில் ஓர் ஒளிர் சிவப்புக் கீற்று காணப்படும். ஆனால் மீதித் துணி முழுவதும் கறுப்பாக அமைந்திருக்கும். கிழிசல் எப்போதும் முகடு களின் மேலேயே ஏற்படும். எனவே பாவு நூல்கள் முதலில் அறுந்து துணியில் கிழிசல் ஏற்படும். ஆனால் ஊடை நூல்கள் மூடிய பாவு நூல்களால் அறுபடுவதி லிருந்து காப்பாற்றப்படுகின்றன. நுண் முகடுள்ள துணிகள் மென்மையானவை. அவையொத்த சம நெசவுத் துணியைவிட அழகிய மடிப்புகள் செய்வதற் கேற்றவை. பெர்கேலைவிடப் பட்டாபட்டித்துணி அழகு மடிப்புகள் செய்ய ஏற்றது. பெரிய முகடுள்ள துணிகள் அழகு மடிப்புக்கு ஏற்றவையல்ல. ஆனால் உடைகளுக்குக் குழைவுத் தோற்றம் (Buffent) தந்து எடுப்பளிக்கும். மெல்லிய முகடுடைய ஆடைகள் மிகச் சிலவே. அவை கண்ணாடித்திரைச் சீலைகளாகப் பயன்படுகின்றன.

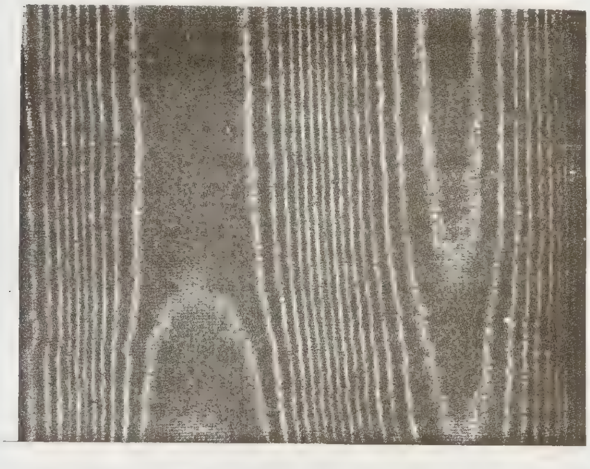
இடைநிலை-எடை முகட்டுத் துணிகள் (Medium Weight Ribbed Fabrics). இவை முகட்டுத் துணிகளில் மிகப்பெரும் பகுதியாக அமைகின்றன. பட்டாபட்டி என்பது ஊடையும் பாவும் எண்ணிக்கையில் சமமாக அமைவதால் பொதி இழைத் துணிகள் எல்லாவற்றிலும் சீர்மை வாய்ந்தனவாகும். இவற்றைவிட உயர்ந்த தர வகைத் துணிகள் நெடும் பொதிப் பருத்தி இழைகளா லோ முறுக்கிழைகளாலோ நெய்யப்பட்டு மினு மினுப் புக்காகக் கடுங்கார உப்பால் பதமூட்டப்படுகின்றன (mercerised). எனவே, பட்டை போன்ற தோற்றமடை

படம் 4. முகட்டு துணிகளில் நூல்களின் தத்தல்

கின்றன. 'பீமா பட்டாபட்டி' (Pima Broadcloth) என்பது நெடும் பொதிப் பருத்தி இழையாலானது. சீர்ப்பாட்டாபட்டித் துணி துண்டித்த பட்டாபட்டித் துணியைவிட விலை அதிகமானது. கம்பளிப் பட்டா பட்டி என்பது பட்டாபட்டியில் இடையிடையே கம்பளிப் புரியிழைகளை வைத்து நெய்வது. பட்டுப் பட்டாபட்டியில் படலப்பாவு நூலும் குட்டை ஊடை

நூலும் உள்ளன. பாப்ளின் என்பது பட்டாபட்டியைப் போன்றதே. ஆனால் பெரிய ஊடை நூல்களால் நெய்யப்படுவதால் முகடுகள் கனமானவையாக இருக்கும். இதற்கு ஊடை நூலாகப் பாலியெஸ்டர் பருத்தித் திரி இழைகள் பயன்படும்.

டஃபேட்டா என்பது கருக்கான உடலும் நுண்முகடும் உடைய படல நூல்துணியாகும்.அசெட்டேட்டுடஃபேட்டா கருக்கியல்பு இழையைக் கொண்டும், சீர் செயல் முறையைக் கொண்டும், ரேயான் டஃபேட்டா சீர் செய்முறையாலும் உருவாக்கப்படுகின்றன. மூவார் டஃபேட்டாவில் (Moire Taffeta) இரு வகையுண்டு. 1. அசெட்டேட்டு மூவார் டஃபேட்டா, 2. ரேயான் மூவார் டஃபேட்டா. அசெட்டேட்டு மூவார் டஃபேட்டாவில் நீரால் பொறித்த டிசைன் நீடித்து நிலைக்கும். ஆனால் ரேயான் மூவார் டஃபேட்டாவில் தற்காலிக மானதாகவே அமையும். ஆனால் பிசினால் பதப்படுத்தினால் நீடித்து நிலைக்கும். ஃபயில் (Faille) என்பது படல பாவு நூலாலும் குட்டை ஊடை நூலாலும் நெய்யப்படுவது. படல நூல்கள் அசிட்டேட்டு, இரேயான், பாலியெஸ்டர், நைலான் ஆகியவற்றால் ஆனவை. 'ஷாந்துங்' (Shantung) என்பது ஒழுங்கற்ற முகட்டுப் பரப்புடைய துணியாகும். இத்துணியில் நீளமான ஒழுங்கற்ற பரப்புகள் இருக்கும். இதை இடைநிலை எடை அல்லது பரு எடை இழைகளால் நெய்வர்.

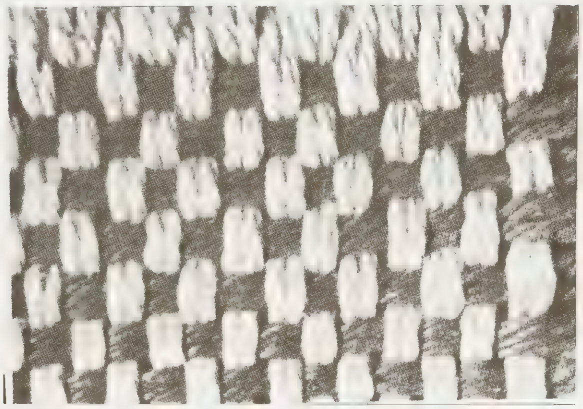


படம் 5. அசெட்டேட்டு மாயிர் (ஒளிப்படம்)

ரெப் (Rep) என்ற துணி ஆழ்ந்த முகட்டு விளைவுடைய கனமான பருத்த துணியாகும். பெங்காலின் (Bengalin) என்ற துணி, ஃபயிலைப் போன்றதே. இது ரேயான் பாவு நூலாலும் பருத்தி ஊடை நூலாலும் நெய்யப்படுகிறது. இதில் முகடு தெளிவாகத் தெரிய, இரண்டு பாவு நூல்கள் இழைந்துள்ளபடி நெய்யப்படும். குரோ-கிரேன் (Gros-Grain pronounced as Grow-Grane) என்பது ஃபயிலைவிட வட்டவடிவமான முகடு உடைய துணி ஆகும். குரோ-கிரேன் நாடாக்கள் அடிக்கு 2/3 முதல் 4/3 அங்குல அளவு சுருங்கும். இது ஸ்வெட்டர்களின் பொத்தான் பட்டைக்குப் பயன்படுகிறது. சுருங்கிவிட்டால் இதனுடைய அமைப்பு பார்க்க அருவருப்பாக இருக்கும்.

பார்லின், ரெப் பெங்காலின் ஆகியன குறை எடைத் துணிகளாகும்.

கூடைநெசவு (Basket Weave). இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட பாவு இழைகள் ஒன்றுக்குப் பொருந்தும்படி இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட ஊடைகள் ஒரே புணியில் (shedding) அமையும்படி நெய்யும் நெசவு கூடை நெசவு எனப்படும். புழக்கத்தில் 2 × 2, 4 × 4, 2 × 1, 2 × 3 போன்ற நெசவமைப்புகள் உள்ளன. இந்தத் துணிகள் நெளிவுடையன. மடிப்பெதிர் திறமுடையன. இதற்குக் காரணம் ஒரு ச.செ.மீ. இல் மிகக் குறைந்த பின்னல்கள் உள்ளமையே. இதையொத்த இயல்பு நெசவுத் துணியைவிடக் கூடை நெசவுத் துணி தட்டையான பரப்பு உடையதாய்த் தோன்றும். படம் 6இல் 2 × 2 கூடை நெசவு காட்டப்பட்டுள்ளது. புத்தத் துறவி ஆடை, ஃபிரியர் . ஆடை, டுருயிட் ஆடை, கிறித்துவப் பாதிரி ஆடை ஆகியன பழைய கூடை நெசவாடைகள். அவை பழுப்பு, வெண்ணிறம் அல்லது 'ஓட்' நிறமுடையன.



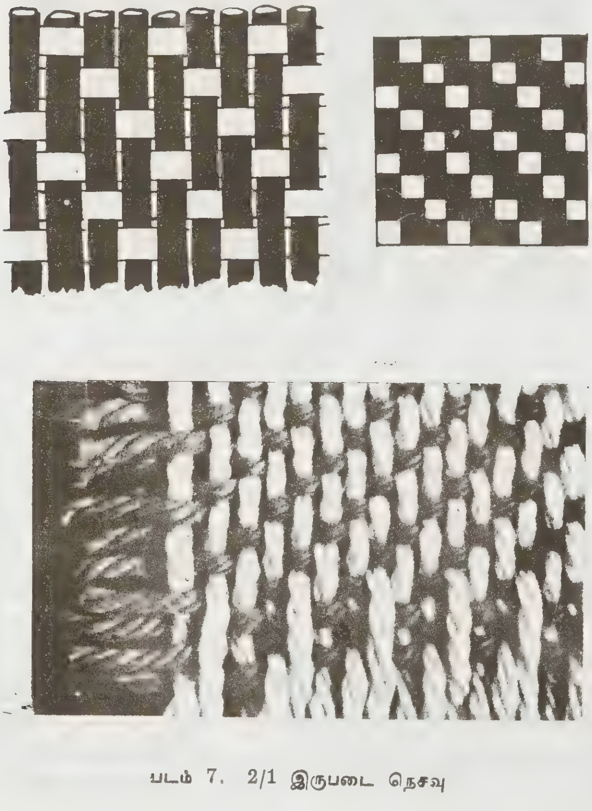
படம் 6. 2/2 கூடைநெசவு

ஆக்ஸ்ஃபோர்டு (Oxford) என்பது 2×1 அல்லது 3×2 கூடை நெசவுத் துணி ஆகும். சாய நூல் பாவும், வெள்ளை நூல் ஊடையும் உடையது. இது ஆக்ஸ்ஃபோர்டு கேம்பிரே எனப்படுகிறது. ஆக்ஸ்ஃபோர்டு துணிகளில் பாவு நூல் ஊடை நூலைவிட நுண்மையாகவும் உயர் முறுக்கு உடையதாகவும் இருப்பதால் அவை சம நெசவுத் துணி போல் தோன்றும். மெதுவான நூலும் தளர்ந்த நெசவும் (அல்லிய நெசவும்) உடையதாகையால் நூல் தத்துகள் (Yarn slippage) மூட்டுவாய்களில் துணிக்குள்ளேயே அமையும். தளர் நெசவுத் துணிகள் கீறலுற்றுப் பாழடையும். இதிலுள்ள ஊடை நூல்கள் பாவு நூல்களைவிடச் சற்று உயர் அறுவலிமை உடையன. ஆக்ஸ்ஃபோர்டு துணிகள் மெதுவானவை.

துளை உடையவை. மினுமினுப்பானவை. இவை பாலியெஸ்டர் அல்லது பருத்தியாலானவை.

முசுக்கட்டைக் கம்பளி. ஃஒப்சேக்கிங் ஒரு திறந்த கூடை நெசவுத் துணியாகும். இது பருத்தி, லினன், மயிரிழை ஆகிய பொருள்களாலானது. இது பெரும் பாலும் கோட்டுகளுக்கும் (Coat) சூட்டுகளுக்கும் பயன் படும். இது முசுக்கட்டைக் கசப்புக் காய்களைப் பொறுக்க உதவும் பைகளிலிருந்து இப்பெயர் பெற்றது.

இருபடை நெசவு (Twill Weave). இருபடை நெசவு என்பது ஒரு பாவு அல்லது ஊடை நூல் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஊடை அல்லது பாவு நூலின் மேல் படர்ந்து பின்னி நெய்யப்படுவது. இந்த நெசவின்போது, மூலைவிட்டமாக வலது அல்லது இடது புறம் நோக்கி அள்ளுகள் (Interlacings) முன் னேறும். மிதவை (Float) என்பது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நூல்களின் குறுக்காக எதிர்த்திசை யில் முன்னேறும் நூலின் பகுதியாகும். இருபடை நெசவில் புணி எண்ணிக்கை (Harness) களைப் பொறுத்துப் பலவகை வேறுபாடுகள் உள்ளன. மிக எளிய இருபடை நெசவில் குறைந்தது மூன்று புணிகள் உள்ளன. சிக்கலான இருபடை நெசவில் 18-க்கும் மேற்பட்ட புணிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இது சிறப்புவகை இணைப்புகள் பூட்டிய தறியில் நெய்யப் படும். இது இரண்டாம் வகை அடிப்படை நெச வாகும்.

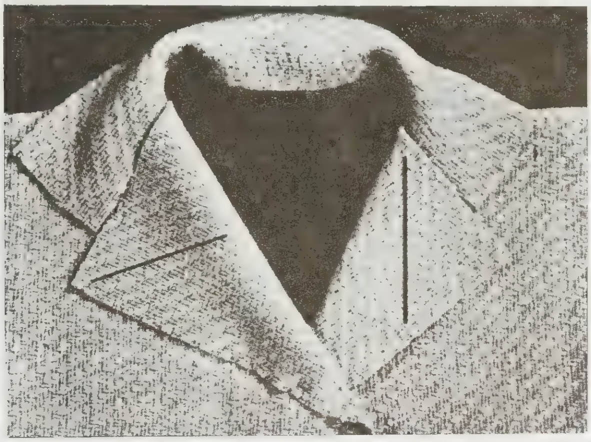


படம் 7. 2/1 இருபடை நெசவு

இருபடை நெசவு ஓர் 2/1 என்பதைப் போன்ற பகவு (பின்ன) எண்ணால் குறிப்பிடப்படும். ஓர் ஊடை நூலைப் பாவு நூலில் நெய்யும்போது பின்ன எண் ணின் மேலுள்ள எண் மேலெழும்பும் புணியையும் கீழுள்ள எண் கீழழுந்தும் புணியையும் குறிப்பிடும். இந்த எண்ணை மேல் இரண்டு, கீழ் ஒன்று எனப் படிக்க வேண்டும். 2/1 இருபடை நெசவு படம் 7-இல் இது காட்டப்பட்டுள்ளது. மேல் தளத்திலுள்ள மிதவை கள் பாவு நூல்களாகும். எனவே இரு பாவு முகப்பு இருபடை நெசவாகும்.

சிறப்பியல்புகள். இருபடை நெசவில் சரியான பக்கம், சரியிலாப் பக்கம் என இரு பக்கங்கள் உண்டு. சரியான பக்கத்தில் பாவு மிதவைகள் அமைந்தால் சரியிலாப் பக்கத்தில் ஊடை மிதவைகள் அமையும். ஒரு பக்கத் தில் இருபடை அள்ளின் (Intercing) கணவாய் வலது புறம் சென்றால் மறுபக்கத்தில் அது இடதுபுறம செல்லும். இருபடை துணிகளில் மேல் பக்கம் கீழ்ப் பக்கம் என்று எதுவுமில்லை. புணியின் முனையைத் திருப்பி இருபடைக் கணவாயின் திசையைச் சோதித் தால் இதை அறியலாம். மெல்லிய ஆடைகள் இரு படை நெசவால் நெய்யப்படுவதில்லை. ஏனெனில் இந்த நெசவமைப்பே ஓர் அழகான பலவித டிசைன் களை உருவாக்க வல்லது. பட்டும் எடைகுறைந்த இரு படைநெசவுத்துணிகளும் இதற்கு விதிவிலக்கு. சீரான பரப்புடைய துணிகளைவிடச் சீரற்ற பரப்புடைய இரு படை நெசவுத் துணியில் அழுக்குப் படிதல் குறை வாகவே இருக்கும். குறைந்த அள்ளுகள் இருபடை நெசவுத் துணியின் நூலை விடுதலையாக நகரவிடுவ துடன் இயல்பு நெசவுத் துணியைவிடத் துணிக்கும் மென்மையூட்டி நெகிழ்வையும் மடிதிறனையும் அதி கரிக்கிறது. அள்ளுகள் குறையும்போது நூல்களை நெருக்கி உயர் இழை எண்ணிக்கையுள்ள துணிகளை உருவாக்கலாம் (படம் 8). ஒரே நூல் எண்ணிக்கை யுள்ள ஒரே வகை நூலால் நெய்த இயல்பு நெசவுத் துணியையும் இருபடை நெசவுத் துணியையும் ஒப்பிட லாம். ஒப்பிடும்போது இயல்பு நெசவில் அள்ளுகள் அதிக மாக இருந்தால் அத்துணி வலிவுமிக்கதாகவும் இருக்கும். என்றாலும் இருபடை நெசவில் நூலை நெருக்கி மேலும் இழைகளின் எண்ணிக்கையைக் கூட்டித் துணிகளை உறுதியூட்டலாம். இருபடைக் கணவாயைத் தெள்ளத் தெளிவாகத் தோன்றச் செய்ய நீள மிதவைகளைப் பயன்படுத்தலாம். சீர்நூல், நெகிழ்வு நூல், வலிய முறுக்கு நூல் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். இழை எண்ணிக்கையைக் கூட்டலாம். இருபடைக் கோட்டுக்கு எதிர்த்திசையில் நூலின் முறுக்கை அமைக்கலாம். கபார் டைன் (Cabardine) துணிகளிலுள்ள தெளிந்த கணவாய் கள் அழுத்தத்தினாலும் சிதைவினாலும் மினுமினுப் படைகின்றன. அழுத்தத்தால் ஏற்படும் மினுமினுப்பை நீராவியூட்டி நீக்கலாம். தூய வெண்ணிற வினீகர் (5 விழுக்காடு) அல்லது உப்புத்தாளால் அழுத்தத்தா லும் தேய்வாலும் ஏற்படும் மினுமினுப்பை நீக்கலாம். மயிர் அல்லது மயிரிழையொத்த இழைத் துணிகளில்

இருபடைக் கணவாயின் திசை, கீழ் இடதுபுறத்தி லிருந்து மேல் வலதுபுறம் நோக்கி அமைந்திருக்கும். இதை வலதுகை இருபடைகள் என்பர். பருத்தி அல்லது பருத்தி இழையொத்த இழைத் துணிகளில் கீழ் வலது புறத்திலிருந்து மேல் இடதுபுறம் நோக்கி இருபடைக் கணவாய்த் திசை அமைந்திருக்கும். இதை இடதுகை இருபடைகள் என்பர். இது இருபடை நெசவுத் துணி யின் சரியான பக்கம் சரியற்ற பக்கத்தையறிய உதவும்.

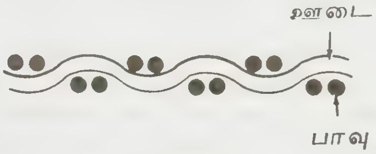


படம் 8. மடிப்புத் தோற்றமுடைய சமமற்ற இருபடை கணவாய்கள்

இருபடை நெசவுக் கணவாயின் சரிவுக் கோணம் இந்த ஆடையின் சமன்பட்ட நிலையைச் சார்ந் துள்ளது. இந்த இருபடைக்கோடு இயல்பாகவோ செங்குத்துச் சரிவாகவோ தாழ் சரிவாகவோ அமைய லாம். பாவிலும் ஊடையிலும் அமையும் நூல்களின் எண்ணிக்கையிலுள்ள வேறுபாடு அதிகமான இரு படைக்கோடு, மேலும் செங்குத்துச் சரிவாக அமையும். இத்தகைய செங்குத்துச் சரிவு இருபடை நெசவில் அதிக மாகப் பாவு நூல்களிருப்பதால் வலுமிக்கதாய் அமையும்.

எனவே, இக்கோடு துணியின் வலுவையறிய உதவுவது தெளிவு. படம் 9இல் இருபடைக்கோட்டுச் சரிவு வேறு பாட்டுக்கும் பாவு ஊடை நூல் எண்ணிக்கை விகிதத் துக்கும் உள்ள உறவு காட்டப்பட்டுள்ளது.

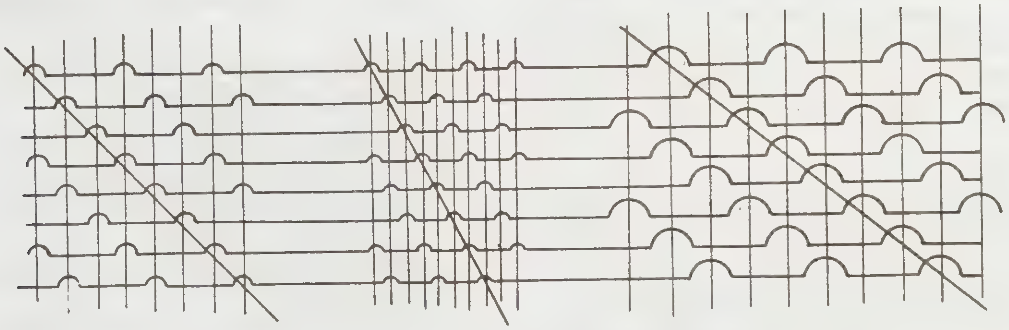
சமபக்க இருபடை நெசவு. துணியின் இருபுறமும் சமஅளவு ஊடை, பாவு நூல்கள் வெளியில் தெரியும்படி நெய்யப்பட்ட துணி சமபக்க நெசவுத் துணி எனப்படு கிறது. இதை மீளியல்பு இருபடை நெசவுத் துணி



சமபக்க இருபடை

துணி	நூலெண்	நூல் அளவு இடைவெளி	
		பாவு	ஊடை
செர்ஜ்	48×38 முதல் 62×58 வரை	இழை பொருளைப் பொறுத்து மாறுபடும்	
ஃபிளா னெல்	56×30 முதல் 86×52 வரை	,,	

என்றும் கூறுவதுண்டு. இத்துணியில் பாவு நூல் களைவிட ஊடை நூல்கள் தரம் மிகுந்து இருக்க வேண்டும். இவற்றை 2/2 இருபடை நெசவுத் துணி கள் என்பர். இது மற்ற இருபடை நெசவுகளைவிடச் சமநிலை வாய்ந்தது.



படம் 9. இருபடைக்கோணம், பாவு, ஊடை நூல் விகிதத்தைச் சார்ந்திருத்தல்.

1. தாழ் சரிவு 2. செங்குத்துச் சரிவு - 63° கோணம் 3. இயல்புச் சரிவு 45° கோணம்

செர்ஜ் (Serge) என்பது தெளிவான பரப்புச் சீரமைப்பும் ஆழ்ந்த கணவாயும் உள்ள 2/2 இருபடை நெசவுத் துணியாகும். நீர்-எதிர்ப்புப் பரப்புச் சீரமைந்த, உயர் நூலெண்ணும் நுண்ணிய நூலிழையுமுடைய பருத்தி செர்ஜ், மேற்சட்டைகளுக்கும் பணி உடைகளுக்கும் மழை மேலாடைகளுக்கும் பயன்படுகிறது. கன - நூல் பருத்தி செர்ஜ் முழுக்கால் சட்டைகள் தைக்கப் பயன்படுகிறது. மயிரிழை செர்ஜ் அழுத்தத்தாலும் தேய்ப்பாலும் மினுமினுப்பூட்டப்படும் என்றாலும் அதனுடைய கணவாய் தட்டையாக்கப்படுவதில்லை.

'சுரா' (Surah) என்பது 2/2 அச்சிட்ட படல இருபடை நெசவுத் துணியாகும். இது பட்டுப்போன்ற ஆடைகளுக்கும் கழுத்துப் பட்டைகளுக்கும் ஆடைகளுக்கும் புறணிகளுக்கும் கைக்குட்டைகளுக்கும் பயன்படுகிறது.

இருபடை ஃபிளானெல் (Twill Flannel) என்பது 2/2 அல்லது 2/1 இருபடை நெசவுத் துணியாகும். ஊடை முறுக்கு குறைந்த நூலாலும், பாவு முறுக்குமிகுந்த நூலாலும் இதுநெய்யப்படும். இதுபடுத்துத் தூங்குவதற்கேற்ற மென்மையான பரப்பைத் தரும். இது கம்பளி இழையாலோ மணிக்கம்பளி இழையாலோ நெய்யப்படுகிறது. மணிக்கம்பளி இழை ஃபிளானெல் குறைந்த மென் பரப்பையுடையது என்றாலும் விரைவில் தேய்ந்து அழியாது; மடிந்து நலுங்காது.

பாவுமுகப்பு இருபடை நெசவு (Warp-faced Twills). துணியின் சரியான பக்கத்தில் பாவு நூல்கள் தெளிவாகத் தெரியும்படி நெய்யும் இருபடை நெசவைப் பாவு-முகப்பு இருபடை நெசவென்பர். பாவு நூல்கள், உயர்முறுக்கு இழைகளைக் கொண்டு நெய்யப்படுவதால் இவை வலுவாகவும் தேய்வெதிர்ப்புத் திறனுடையனவாகவும் உள்ளன.

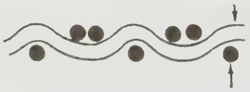
கபார்டைன் என்பது 63° தெளிவான செங்குத்துச் சரிவுள்ள பாவு முகப்பு உடைய இருபடைநெசவுத் துணியாகும். இதில் ஊடையைவிடப் பாவு நூல்கள் அதிகமாக இருக்கும். பருத்தி கபார்டைன் 11, 13, கம்பளி கபார்டைன் என்பவைமுப்புணி (Triple harness) அமைப்பால் ஊடை நூல்கள் மிகும்படி செங்குத்துச் சரிவான சாய்வரிக் கோடுள்ளபடி நெய்யப்படுகின்றன.

டெனிம் (Denim) இரு எடை நூல் சாயமூட்டிய பருத்தியால் நெய்யப்பட்ட மரபுவழி இருபடை நெசவுத் துணியாகும். இது ஜீன்சுகளில் (Jeans) மிகப்பெரிதும் பயன்படத் தொடங்கியதால் இதன் தன்மை மாற்றப்பட்டுப் பலப்பல விதங்களில் உருவாக்கப்படுகிறது. எனவே, இது மென் பரப்பினதாகவும் அச்சிட்ட வகையினதாகவும் இழுதிற நூல்களைக் கொண்டும் நெய்யப்படுகிறது.

ஜீன் (Jean) என்பது இடைநிலை எடை இருபடை நெசவுத் துணியாகும். இது குழந்தைகளின் விளையாட்டு உடைகளுக்கும், தொழிலகப் பணி செய்பவர்களின் சட்டைகளுக்கும், உருவ உறைகளுக்கும், திரைச் சீலைகளுக்கும் பயன்படும். இது தொழிலகத்தில் பணி புரிபவர்களின் காற்சட்டைகளுக்கு ஏற்ற அளவு போதுமான முரட்டுத் தன்மையுடையதன்று.

படம் 10. ஹெர்ரிங்முள் துணி

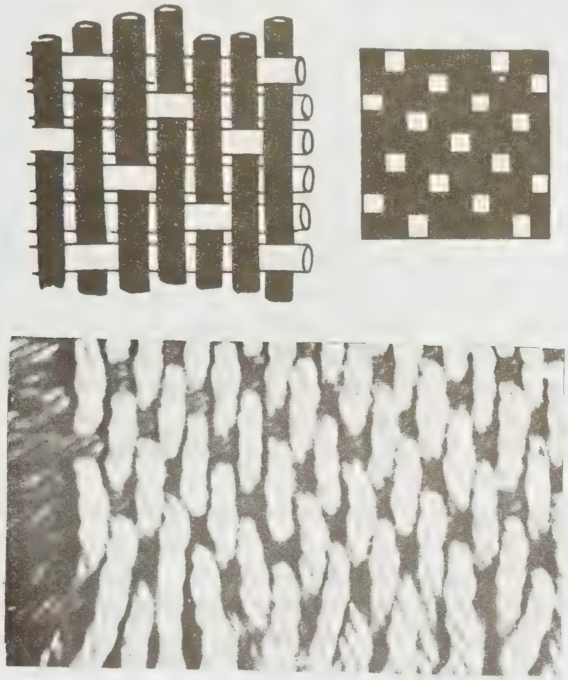
ஹெர்ரிங்முள் நெசவுத் துணி (Herring Fabric). இது மீனின் முள்ளெலும்பைப் போன்றது. இதனுடைய இரு சாய்வரிக்கோடு குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் திசை திரும்பும்படி நெய்யப்படுகிறது (படம் 10).



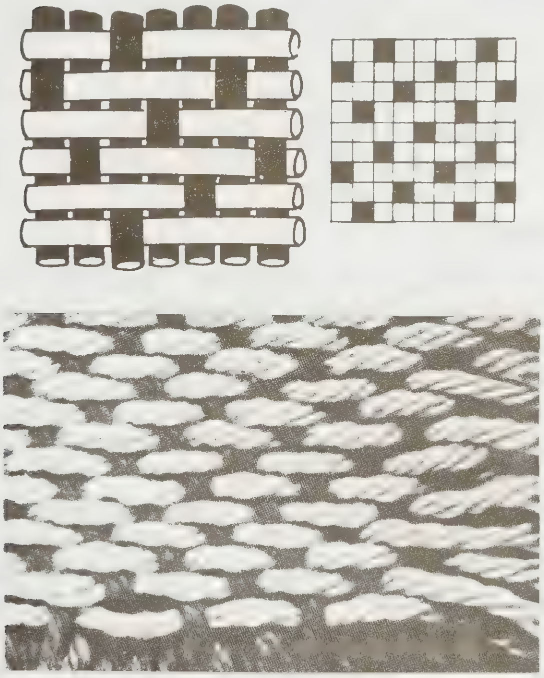
பாவு முகப்பு இருபடை

துணி	நூலெண்	நூலளவு இடைவெளி	
		பாவு	ஊடை
ஜீன்	84×56 முதல்	218 முதல்	245 முதல்
	100×64 வரை	245 வரை	305 வரை
டெனிம்	60×36 முதல்	75 முதல்	85 முதல்
	72×44 வரை	165 வரை	235 வரை
கபார்	110×76 முதல்	155 முதல்	155 முதல்
டைன்	130×80 வரை	392 வரை	265 வரை

நாற்படை நெசவு அல்லது ஒண்பட்டு நெசவுமுறை (Satin Weave). நாற்படை நெசவில் ஒரு பாவு நூல் 4 ஊடை நூல்கள் மேல் படர்ந்து ஐந்தாவது ஊடை நூலை அல்லும். அப்போது இடதுபுறம் 2 அல்லும் வலதுபுறம் 2 அல்லும் ஏற்படும் (படம் 11). இம்முறையில் ஓர் ஊடை நூல் 4 பாவு நூல்கள் மேல் படர்ந்து ஐந்தாவது பாவு நூலை அல்லும். அப்போது இந்த ஐந்தாவது பாவு நூலின் இருபுறமும் இரண்டு அல்லுகள் ஏற்படும் (படம் 12). சிலவகை ஒண்பட்டு நெசவில் ஒரு நூல் ஏழு நூல்களின் மேல் படர்தலும் எட்டாவது நூலின மேல் அல்லுதலும் உண்டு. இது மூன்றாவது அடிப்படை நெசவமைப்பாகும். இதை எளிய தறியில் நெய்ய முடியும். இதில் ஒண்பட்டு, ஒள்பட்டு என இருவகை உண்டு. இவை சீர்படுத்திய (சிக்கெடுத்த) நூலால் நெய்யப்படும். அச்சிட்ட துணிகளின் நூலைப் போல் ஒத்த அளவு நூலால் இவை நெய்யப்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றின் ஊடை நூல்கள் பாவு நூல்களைவிடக் குறைந்த முறுக்கும் பெரிய அளவும் உடையன. இத்துணிகளுக்கு ஷெரீனர் சீர்மை (Schereiner finish) செய்தல் மூலம் மினுமினுப்பூட்டுவர். ஷெரீனர் சீர்மை செய்தல் என்பது ஒருவகை எந்திர சீர்செய்முறையாகும். இம்முறையில் ஒரு கண்ணாடி வில்லையால் (lens) மட்டுமே பார்க்கக் கூடிய நேரடியாகப் புலப்படாத நுண்ணிய கோடுகள் துணிப் பரப்பில் பொறிக்கப்படுகின்றன. இதற்கு உடனடியாக பிசின் பூச்சுத் தராவிட்டால் இது நீடித்து நிலைக்காது. சீவிய ஒள்பட்டு (Combed Sateens) எப்போதும் ஷெரீனர் சீர்மையுடன் உப்புப் பதனீடும் செய்யப்பட்டிருக்கும்.



படம் 11. பாவு முகப்பு நாற்படை நெசவு 4/1 நூல் பின்னல்



படம் 12. ஊடை நுழைப்பு நாற்படை நெசவு 4/1 நூல் பின்னல்

ஒண்பட்டுத் துணிவகைகள்

துணி	நூலெண்	நூலளவு இடைவெளி	
		பாவு	ஊடை
ஒண்பட்டு	200×65 320×140	100 டேனியர் ரேயான்	100 டேனியர் ரேயான்
நைலான் ஒண்பட்டு நழுவு ஒண்பட்டு	300×74	75 டேனியர் அசெட்டேட்டு	300 டேனியர் அசெட்டேட்டு
சுதுக்கப் பரப்பு ஒண்பட்டு	128×68	100 டேனியர் அசெட்டேட்டு	100 டேனியர் ரேயான் சுதுக்கம்

ஒண்பட்டுத் துணிகள்

பாவு ஒண்பட்டுகள் (Warp Satin). இது பாவு மிதவைகளாலான 4/1 அல்லுதல்களுள்ள பருத்தி ஒண்பட்டு ஆகும். இதில் வட்டவடிவ வரிவிளைவு ஏற்படும்.

எனவே இத்துணி சாய்வரித் துணிகளையொத்த டிசைன்களுடையதாகும். இது ஊடை ஒள்பட்டுகளை விட வலுவாகவும் கனமாகவும் இருக்கும்படி இதனு டைய உயர் பாவு நூலெண் செய்கிறது. இது ஊடை ஒள்பட்டைவிடக் குறைந்த பளபளப்புடையது; ஆனால் நீடித்த உழைப்புடையது. இவை தளர் (ஸ்லாக்கு) சட்டைகளுக்கும் பாவாடைகளுக்கும் தலையணை களுக்கும் படுக்கைகளுக்கும் சிற்சில நேரங்களில் திரைச் சீலைகளுக்கும் பயன்படும்.

பரப்பை நீளமான மிதவைகள் மூடுவதால் ஒண்பட்டு நெசவுத் துணிகள் பளபளப்பாக இருக்கும். சதுரங்கப் பலகை டிசைனில் ஒரு சில அல்லுதல்களே இருக்கும். எனவே நூல்கள் நெருக்கமாக அமைந்து உயர் நூலெண் துணிகளை உருவாக்கும். எந்த இரு அல்லு தல்களும் ஒன்றையடுத்து ஒன்று அமையாததால் அல்லு தல்களின் முன்னேற்றத்தின் போது நூலெண் மிகக் குறைவாக இருந்தாலொழிய சாய்வரி விளைவுகள் ஏற்படுவதில்லை.

பாவு நூல்கள் மேல் பரப்பை மூடும்போது பாவு முகப்பு ஒண்பட்டுத் துணி கிடைக்கும். இதில் பாவு நூல்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக இருக்கும். ஊடை நூல்கள் மேற்பரப்பை மூடும்போது ஊடை முகப்பு ஒண்பட்டுத் துணி கிடைக்கும். இதில் ஊடை நூல் களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக இருக்கும். இவை இரண்டுமே சமநிலையற்ற துணிகள் என்றாலும் இவற்றிலுள்ள நூலெண் அதற்கு ஈடு தந்து துணிக்கு வலுவூட்டும். இவையனைத்திற்கும் சரியான, சரியற்ற பக்கங்கள் உண்டு. இவற்றில் அமையும் உயர் நூலெண், வலிமை, நீடித்த உழைப்பு, கட்டான அமைப்பு உறுதித் தன்மை, காற்றெதிர்ப்புத் திறன் ஆகிய இயல்புகளை ஈட்டித்தரும். மிகக்குறைவாக அமைந்துள்ள அல்லுதல்கள் மடிப்பு எதிர்த்திறனும் தத்தல் தவிர்ப்புத் திறனும் முறுக்கவிழ்வு எதிர்ப்புத் திறனும் நெகிழ்திறனும் அளிக்கும்.

ஒள்பட்டு (Sateen). இழைத்த நூலால் நெய்யப்பட்ட மினுமினுப்பான ஊடை ஒள்பட்டு எனப்படும். மூல இழைகளுக்கு மினுமினுப்பூட்டக் குறைந்த முறுக்குள்ள நூலையே மிதவை நூல்களுக்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். பெரும்பாலும் இவ்விழைகள் ஊடை இழைகள். ஏனென்றால் குறைந்த முறுக்குப் பாவு இழைகள் நெசவின் போது ஏற்படும் இழுப்பைத் தாங்க மாட்டா. சில நேரங்களில் சில பிசின்கள் இழைகளுக்கு மினுமினுப்பூட்டப் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. இவை அவற்றுக்கு நீடித்த உழைப்பையும் தருகின்றன.

ஊடை ஒள் பட்டு. இது மெதுவான மினுமினுப்பான பருத்தித் துணியாகும். இது திரைச்சீலைக்கும் ஆடை களுக்கும் பயன்படுகிறது. இத்துணிகள் உயர் ஊடை நூலெண்ணுள்ள ஒண்பட்டுத் துணிகள், குறைந்த முறுக்குள்ள பளபளப்புப் படல நூல் கொண்டு நெய்யப் படுவன. பாவு மிதவைகள் துணிப்பரப்பு முழுவதும் மூடிக்கொள்கின்றன. பளபளப்பான இழையும் முறுக் கும் நீளமான மிதவைகளும் ஒண்பட்டை மிகவும் பள பளப்பான துணியாக்குகின்றன. இது பல எடைகளில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இது உடைகளுக்கும் உறைகளுக்கும், திரைச் சீலைகளுக்கும் அழகு வேலைப் பாடுகளுக்கும் பயன்படுகிறது. இத்துணிகள் அச்சிட்டு வருதல் அரிதே. இது மேலுறைகளுக்குப் பெரிதும் உகந்தது. ஏனென்றால் இதன் உயர் நூலெண் நீடித்த உழைப்பையும் படுப்பதற்கேற்ற மென்மையான பரப் பையும் உருவாக்குகிறது. ஒள்பட்டு, டஃபேட்டா துணியைவிட நெகிழ்வானது. எனவே கோட்டு, சூட்டுகளின் கைப்பின்னல்களில் சிக்கிக் கொள் வதில்லை. மேலுறைகளுக்குத் தரம் முக்கியமான ஒரு தேவை. உயர் நூலெண் ஒள்பட்டுத் துணிகள் மூட்டு வாய்களில் கிழியும். தேய்வின் போது முரட்டுத் தன் மையடைந்து மிதவை நூல்கள் இடம் மாறிக் குமிழி யிட்டுக் கிடக்கும். இதனால் மேல் தளத்தில் சுருக்கங் கள் தோன்றும். ஒள்பட்டைப் படுக்கைகளுக்கும் இருக் கைகளுக்கும் பயன்படுத்தும்போது உட்காருமிடம் மிதவையோடு ஒன்றும்படி பயன்படுத்த வேண்டும்.

சுதுக்க-ஊடை ஒண்பட்டில் (Crepe-back Satin) சுதுக்க இழைகள் ஊடையாகவும் குறைந்த முறுக்குடைய ஒண்பட்டு பாவு மிதவைகளாகவும் அமையும் இது துணிக்கு மெல்லிய ஒண்பட்டியல்பைத் தருகிறது. சுதுக்க இழைகள் மென்மையையும் அழகூட்டுந் தன்மை யையும் தருகின்றன.

ஒண்பட்டாடைகளின் பளப்பளப்பைக் காத்தலும், மிதவைகள் குலைவதைத் தடுத்தலும் இன்றியமை யாதது. பயன்படுத்தும் இழையைப் பொறுத்துத் தோய்ப்பு முறையாலோ உலர்சலவை முறையாலோ தூய்மை செய்து மிதவைகளின் போக்கில் சரியற்ற பக்கத்தில் பெட்டி போடவேண்டும்.

நூலோதி

1. **N. Hollen, J. Saddler A.L. Laugford,** Textiles, Fifth Edition, Macmillan Publishing Company, New York.

அடிப்படைப் புள்ளிவிவரம்

மனிதனுடைய வாழ்வில் ஏற்படும் மிக முக்கியமான நிகழ்ச்சிகளான பிறப்பு, இறப்பு, இறந்து பிறத்தல், கருமுதிராத இறப்பு, திருமணம், விவாகரத்து, தத்து எடுத்தல், விலக்கீடு செய்தல், பிரிந்திருத்தல், இட மாற்றம், குடியேற்றம், நோய்கள் போன்ற அடிப்படை நிகழ்ச்சிகளைத் தொகுப்பது அடிப்படைப் புள்ளிவிவரம் (Vital Statistics) எனப்படும். இவை பற்றிய பதிவேடு

கள் ஒரு சிற்றூர் அளவிலோ, மாநில அளவிலோ, நாடு முழுவதுமோ உள்ள விவரங்களைக் கொண்டவையாக இருக்கும்.

அடிப்படை நிகழ்ச்சிப் பதிவு அமைப்புகள் அரசால் நடத்தப்படும் ஒரு பிரிவு ஆகும். நன்கு பயிற்சி பெற்ற அலுவலர்களைக் கொண்டு பல பிரிவு அலுவலகங்களும், ஒரு மைய அலுவலகமும் செயல்படும். செய்திகளைத் தொகுப்பது பிரிவு அலுவலகத்தின் முக்கிய பணி ஆகும். அதேநேரத்தில் புள்ளியியல் தேவைகளுக்காக அச்செய்திகளைத் தொகுப்பதற்குப் பிரிவு அலுவலகமும் மைய அலுவலகமும் இணைந்து செயல்படவேண்டும். அடிப்படை நிகழ்ச்சிகளில் சட்டம் தொடர்பான நிகழ்ச்சிகளின் பதிவுகளைப் பாதுகாப்பதில் முக்கியப் பங்கு பிரிவு அலுவலகத்தையே சாரும். அங்கு வாழும் மக்களின் பிறப்பு, குடியுரிமை, திருமணத்தினால் ஏற்படும் உறவுமுறைகள் போன்றவற்றைச் சரிபார்க்கப் பிரிவு அலுவலகங்கள் மிகவும் பயன்படுகின்றன.

பொருளாதாரத்தில் மிகவும் வளர்ச்சி அடைந்த நாடுகளில் மிகத் துல்லியமாகப் புள்ளிவிவரங்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன. பொருளாதாரம் வளர்ச்சி அடையாத நாடுகளில் அடிப்படைப் புள்ளிவிவரங்கள் குறை நிலையிலேயோ, முடிவுறாமலேயோ இருந்து வருகின்றன. இந்த விவரங்கள் தொகுப்பதைப் பல நாடுகள் கட்டாயமாக்கி இருக்கின்றன. திருமண நிகழ்ச்சியைக் குறிப்பது மிகவும் எளிமையானது. ஏனென்றால் பெரும்பாலான நாடுகளில் திருமணம் சர்ச் அல்லது கோவில்களில் நடைபெறுவதால், அந்நிகழ்ச்சி அங்குள்ள அலுவலர்களால் பதிவு செய்யப்படுகின்றது. மேலும் இறப்புப் பதிவு, பிறப்புப் பதிவைவிட எளிதாகப் பதிவு செய்யப்படுகின்றது. இறந்த மனிதனின் உடல் ஒரு காவல் அதிகாரியின் முன்னிலையிலோ இறந்தபின் சான்றிதழ் வழங்கும் ஒரு அலுவலரின் முன்னிலையிலோ அடக்கம் செய்யப்படுவது இதற்குக் காரணமாகும்.

வரலாறு

கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு முற்பட்ட காலத்திலிருந்தே அடிப்படைப் புள்ளி விவரங்கள் தொகுப்பதற்கான முயற்சிகள் இருந்து வருகின்றன. 'பெரு' மாநிலத்தின் இன்காஸ் மாவட்டத்தில் 1639 இல் அமைக்கப்பட்ட அரசுப் பதிவாளர்கள் பிறப்பு, இறப்புப் பதிவுகளை, மதத் தொடர்புடைய நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து வேறுபடுத்திச் சமய முன்னேற்ற ஆய்விற்கான விவரங்களாக மாற்றி அமைக்க உதவினர். 1804 இல் ஏற்பட்ட நெப்போலியன் சட்டம் மேற்கு ஐரோப்பா, இலத்தின் அமெரிக்கா, பிரெஞ்சு குடியேற்ற நாடுகள் ஆகியவற்றில் புள்ளி விவரங்களின் முக்கியத்துவத்தை உணரப் பெரிதும் உதவியது. ஸ்காண்டிநேவிய நாடுகளான பின்லாந்து, டென்மார்க், நார்வே, ஸ்வீடன் ஆகிய நாடுகளில் முறையே 1628, 1646, 1685, 1646 ஆம் ஆண்டுகள் முதலாக அடிப்படைப் புள்ளிவிவரங்கள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. இங்கிலாந்தில் 1538 ஆம் ஆண்டில் இவ் விவரங்களைத் தொகுக்கத் தொடங்கினர். நீண்ட காலமாக தொடர்பற்ற நிலையில் இருந்து வந்த பிறப்பு இறப்புகளுக்கான பதிவு ஜான் கிராண்டின் (John Graunt) ஆய்விற்கு பின் வளர்ச்சி அடையத் தொடங்கியது. கிராண்டிற்குப் பின் வில்லியம் ஃபார் (William Farr) செய்த ஆய்வு முடிவுகள் அடிப்படைப் புள்ளிவிவரங்களுக்கு ஒரு முக்கிய இடத்தைத் தந்தன. இவர்கள் பிறப்பு-இறப்புப் பதிவுகளில் இருந்த பெரும்பாலான குறைகளை நீக்கி ஒரு நிலையான அமைப்பை உருவாக்கினர். இவருடைய கருத்துகள் தற்கால மக்கள் பயன்படுத்தும் அளவிற்குச் சிறந்து இருந்தன என்பது மிகையாகாது.

இந்தியாவில் பிறப்பு-இறப்புக் குறிப்புகள் தனிப்பட்ட குடும்பப் பழக்கமாக அமைந்த நிலையில் ஆங்கிலேய ஆட்சியால் எடுக்கப்பட்ட முயற்சியால் பல்வேறு காரணங்களால் செயல்படாமல் போயினும், நகர்ப்புறங்களில், குறிப்பாக இறப்பு-பிறப்புக்கான நிலை சீர்படுத்தப்பட்டது. சுதந்திரத்திற்குப் பின்னும் பல மாநிலங்களில் பலமுறைகள் விவரங்கள் தொகுக்கப்பட்டு வந்தன. ஆனால் 1972 இல் ஏற்பட்ட பிறப்பு-இறப்பு சட்டம் நாடு முழுவதும் ஒரே விவரங்களைத் தொகுக்க வழி வகுத்தது.

ஐரோப்பிய நாடுகளில் அடிப்படை நிகழ்ச்சிகள் பதிவு செய்யும் பணி 19 ஆம் நூற்றாண்டில் படிப்படியாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. பெரும்பாலான நாடுகளில் 20 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் இது முழுமை அடையத் தொடங்கியது. இருந்தபோதிலும் சில பகுதிகளில் முழுமையான கட்டாயப் பதிவுகள் காலம் தாழ்ந்தே கொண்டுவரப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக போலந்தில் 1946 ஆம் ஆண்டு வரையில் இப்பணி தொடங்கப்படவில்லை. ரஷ்யப் புரட்சிக்கு முன் அடிப்படை நிகழ்ச்சிப் பதிவுகள் மத குருமார்களிடம் இருந்தன. அதன் பிறகு அவை அரசுத் துறைக்கு மாற்றப்பட்டன. 1926 ஆம் ஆண்டு நிகழ்ச்சிகள், பதிவு செய்யவேண்டிய பிறப்புகள் எவையென நிர்ணயம் செய்தன. அதன்பின்னர் படிப்படியாக சோவியத் யூனியன் முழுவதும் அவை விரிவுபடுத்தப்பட்டன.

ஆசியாவில் மிகவும் தொழில்மயமான, வளர்ச்சியடைந்த நாடான ஜப்பான் 1898 ஆம் ஆண்டு புதிய சட்டத்தைக் கொண்டு வந்தது. ஐக்கிய நாடுகளில் (United States) மிகவும் மந்தமான நிலையில் விவரங்கள் தொகுக்கும் பணி வளரத் தொடங்கியது. அங்கு எட்டு மாநிலங்களில் அடிப்படை நிகழ்ச்சிகளுக்கான பதிவு 1859 ஆம் ஆண்டில் தொடங்கியது. உள்நாட்டுப் போருக்குப்பின் அது வளர்ச்சி அடையத் தொடங்கியது. 1903 ஆம் ஆண்டில் ஒவ்வொரு மாநிலத்தின் உதவியுடன் ஒரு பொதுவான பதிவு முறை

யின் அவசியத்தை வலியுறுத்தி ஓர் அறிஞர் குழு ஒரு சட்டத்தை நிறைவேற்றியது. அதற்கான எடுத்துக் காட்டுப் பதிவு முறைகளையும் வெளியிட்டன.

அடிப்படைப் புள்ளிவிவரங்களின் பதிவு முறைகள்

நன்கு வரையறை செய்யப்பட்ட பரப்புகளைக் கொண்ட பதிவு அலுவலகங்களின் மொத்த அமைப்பு அடிப்படைப் புள்ளிவிவரப் பதிவு அமைப்பாகும். பதிவு மாவட்டங்களின் எல்லைகள் அந்தந்தப் பகுதியைச் சார்ந்த அரசின் எல்லையோடு ஒன்றிணைந்திருப்பது விவரங்கள் தொகுப்பிற்கு மிகவும் எளிதாக இருக்கும். அந்நிகழ்ச்சிக்குத் தொடர்புடையவராலோ, நிகழ்ச்சி களை நன்கு அறிந்தவராலோ கொடுக்கப்படும் செய்தி கள் மட்டும் பதிவேடுகளில் குறிக்கப்பட வேண்டும். பிறத்தல் நிகழ்ச்சியைக் கொடுப்பவர் பெற்றோர்கள் ஆவார்கள். இருந்தபோதிலும் சில நாடுகளில், எடுத்துக் காட்டாக ஐக்கிய நாடுகளில், குழந்தை பிறக் கும் போது அருகில் இருப்பவரும் அச்செய்தியைத் தரு கின்றனர்.

ஒருவர் இறக்கும்போது அவருடைய உறவுக்காரர் பதிவு அலுவலரிடம் வந்து செய்தியை அறிவிக்க வேண்டும். அவ்வாறு வரத் தவறினால் இறக்கும் போது அவர் அருகில் இருந்த ஒருவர் தெரிவித்தால் போதுமானதாகும். நியூசிலாந்திலும் ஐக்கிய நாடு களிலும் இறுதிச் சடங்கு ஏற்பாடு செய்வோர் செய்தி களைத் தருகின்றனர். பல வளர்ந்த நாடுகளில் இறப்பின் காரணமும் பதியும்போது குறிக்கப்பட்டு வருகின்றது. அதற்கான சான்றை ஒரு மருத்துவர் வழங்க வேண்டும். இங்கிலாந்து, வேல்ஸ் (Wales) போன்ற நாடுகளில் இச்சான்றிதழ் ஒருவர் இறக்குமுன் அவருக்குச் சிகிச்சை அளித்த மருத்துவராலோ அவர் இறந்த பின் அவரது உடலை ஆய்வு செய்த மருத்துவ ராலோ வழங்கப்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். திருமண நிகழ்ச்சியைப் பொதுவாக மணமகனோ அல்லது மணமகளோ தருவார்கள். சில பகுதிகளில் திருமண ஏற்பாடுகளைச் செய்பவர் அச்செய்தியைத் தரு கின்றனர்.

ஒவ்வொரு நாட்டுக்கும் பதிவு செய்வதற்கான காலக் கெடு மாறுபடுகின்றது. பொதுவாகப் பிறப்பைவிட இறப்புக்கான கால அவகாசம் குறைவாகும். எடுத்துக் காட்டாக கியூபா (Cuba) நாட்டில் இறப்பு உடனே பதிவு செய்யவேண்டும். பிறப்பு, பிறந்து ஒரு வருடத் திற்குள் பதிவு செய்யவேண்டும் என்ற சட்டம் உள்ளது. இங்கிலாந்திலும் வேல்ஸிலும் இறப்பு பதிவுக்கான கால அவகாசம் ஐந்து நாட்கள் ஆகும். பிறப்புக்கு 42 நாட் கள் ஆகும்.

வாழ்நாள் நிகழ்ச்சியைப் பதிவு செய்யும் விண்ணப் பத்தின் அமைப்பு நாட்டுக்கு நாடு மாறுபடுகின்றது. பொதுவாகப் பதிவு செய்யும் அமைப்புகளில் செய்தி அளிப்பவர் ஒவ்வொருவருக்கும் ஒரு சான்றிதழ் வழங்கப் படவேண்டும். அந்தச் சான்றிதழ், பதிவின் அனைத்துத் தகவல்களையும் கொண்டிருக்கும். ஆனால் தொகுக் கப்படும் சில செய்திகள் புள்ளியியலின் தேவைகளுக் காகவே அன்றி அச்சான்றிதழில் இடம் பெறா. ஒரு பிறப்பு பதிவு செய்யப்படும்போது பிறந்த நாள், இடம், இனம், தந்தையின் பெயர் முதலியவை தொகுக்கப்படு கின்றன. சில வாழ்நாள் புள்ளிவிவர அமைப்புகள் மேலும் சில செய்திகளைத் தொகுக்கின்றன. அதாவது தாயாரின் வயது, தந்தையின் தொழில், வயது, அவர் களுடைய திருமணத்திற்குப் பின் கழிந்த ஆண்டுகள், சகோதர சகோதரிகளின் எண்ணிக்கை, குழந்தையின் எடை முதலியவை தொகுக்கப்படுகின்றன. பெயர், வயது, இனம், இறந்த இடம், இறந்த தேதி முதலி யவை இறப்புப் பதிவில் குறிக்கப்படுகின்றன. சில அமைப்புகள் இறந்தவருடைய தொழில் இறப்பதற் கான காரணம் முதலியவற்றையும் தொகுக்கின்றன. ஒரு திருமணம் பதியப்படும்போது மணமக்களின் தொழில், அவர்களின் வயது முதலியன தொகுக்கப்படு கின்றன.

அடிப்படைப் புள்ளிவிவரத்திலும் அடிப்படை நிகழ்ச்சிப் பதிவிலும் பல பொதுவான சிக்கல்கள் உள்ளன. இறப்புப் பதிவில் அதற்கான காரணங்கள் நாட்டுக்கு நாடு வேறுபடுகின்றன. சுகாதார நிறுவனம் ஒரே சீரான அனைத்துலக மருத்துவ இறப்புச் சான் றிதழ் முறையை நடைமுறைப்படுத்துமாறு ஐக்கிய நாடுகளின் புள்ளியல் குழுவுக்குப் பரிந்துரை செய்தது.

இறந்து பிறத்தல் அல்லது கருமுதிராது பிறத்தல் என்ற வரையறையை வகைபாடு செய்வது மற்றும் ஒரு சிக்கல் ஆகும். பெல்ஜியத்தில் ஒரு குழந்தை பிறந்து பதிவு செய்வதற்குள் (பிறந்து மூன்று நாட்களுக்குள் இறந்துவிட்டால்) இறந்து பிறந்ததாகவே பதிவு செய் யப்படுகின்றது. கொலம்பியாவில் இறந்து பிறந்த குழந்தை பதிவு செய்யப்படுவதில்லை. பிரிட்டனில் கருத்தரித்த 28 வாரத்திற்குள் மூச்சற்ற நிலையில் பிறக் கும் குழந்தையும் இறந்து பிறந்ததாகவே கருதப்படு கின்றது. இறந்து பிறத்தலும், கருமுதிராத பிறப்பும் பலமுறைகளில் வரையறுக்கப்படுவதால் அவைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்க்க இயலாது.

பயன்கள்

அடிப்படை நிகழ்ச்சிப் பதிவுகளிலிருந்து தொகுக்கப் படும் செய்திகள் மக்கள் நடமாட்டத்தை அறிய உதவு கின்றன. ஏனென்றால் மக்கள் தொகைக் (population) கணக்கெடுப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு ஒருமுறை தான் செய்யப்படுகின்றது. இதற்கு இடைப்பட்ட காலத்தில் மக்கள் தொகை மதிப்பீடுகளைப் பற்றிய விவரங்களை அடிப்படைப் புள்ளிவிவரம் மூலம் அறிய லாம். இப்புள்ளி விவரங்கள் தனி மனிதனுக்குப் பயன் படுவது போலவே அரசுக்கும் பொது நிறுவனங்களுக்கும் பெரிதும் துணை புரிகின்றன. தாய்சேய் நலப் பதிவு யாவும் பிறப்பு-இறப்புப் பதிவிலிருந்துதான் தொடங்கு கின்றன. குழந்தைகளுக்குத் தேவையான மருத்துவ

வசதித் திட்டங்களைச் செம்மையாகச் செய்யவும், கொடிய நோய்க் குறைப்பு நடவடிக்கைகளுக்கும் பிறப்பு-இறப்புப் பதிவேடுகள் பயன்படுகின்றன. பொதுப் பாதுகாப்பு, விபத்துத் தடுப்பு, குற்ற ஒழிப்பு போன்றவைகளையும் பொதுச் சுகாதாரம் போலவே இறப்பு விவரங்களைச் சார்ந்துள்ளன. மக்கள்தொகை மதிப்பீடு, மக்கள்தொகை முன்னோடிக் கணிப்பு முறை, மக்கள் தொகை பகுப்பாய்வு போன்ற செயல்களுக்கு இவை பெரிதும் துணை செய்கின்றன. ஒரு நாட்டின் மக்கள் தொகையையும் அதன் வளர்ச்சியையும் பரவலையும் கணக்கிடுவோர்க்குத் தேவையான விவரங்களில் அடிப்படை விவரங்கள் மிக முக்கியமானவை ஆகும். பத்து ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை எடுக்கும் மக்கள் தொகைக் கணிப்பைச் சரிசெய்யவும் இடைப்பட்ட காலத்தில் சிறப்பான மதிப்பீடுகள் பெறவும் இவை உதவுகின்றன.

மருத்துவ-மருந்தியல் பொருள்களில் ஆய்வு செய்வோருக்கும் இவ்விவரங்கள் மிகவும் உதவியாகவுள்ளன. ஆயுள் பாதுகாப்பு நிறுவனம் இறப்பு விவரங்களின் உதவியால் கணக்கிடப்பட்ட ஆயுள் அட்டவணையின் உதவியால் தான் பிரிமியத் தொகையைக் கணக்கிடுகிறது. தேவையான துணி அளவுகளையும் நுகர் பொருள்களின் அளவுகளையும் திட்டமிட அடிப்படைப் புள்ளிவிவரங்கள் இன்றியமையாதவை.

எஸ். எஸ். நா

நூலோதி

International Encyclopaedia of Statistics, Vol-1, 1980

அடிப்படை மருத்துவப் பட்ட முதுநிலை ஆய்வு மையம்

இந்தியாவில் பல்வேறு பெருநகரங்களிலும் பகுதி மருத்துவப் பட்ட மேற்படிப்பு நிறுவனங்களை அமைக்க வேண்டும் என்ற கருத்தில் இந்திய அரசு திரு. போர் (Bhore), டாக்டர் ஏ.எல், முதலியார் ஆகியவர்களைக் கொண்ட குழுவை நியமித்தது. இக்குழு இதற்கான திட்டத்தை வகுத்துச் சென்னை, பம்பாய், கான்பூர், கல்கத்தா, ஹைதராபாத், சண்டிகார் ஆகிய நகரங்களில் மருத்துவப் பட்ட முதுநிலை ஆய்வு நிலையங்களை அமைக்க வேண்டும் என்று பரிந்துரைத்தது. அப்பரிந்துரைக்கேற்பத் தமிழகத்தில் சென்னை நகரில் அடையாறை அடுத்த தரமணிப் பகுதியில் 210 எக்கர் நிலப்பரப்பில் ஒரு மையம் அமைந்துள்ளது. இங்கு மருத்துவத்தில் பல்வேறு துறைகளில் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. உடற்கூற்றியல், உடலியங்கியல், மருந்தியல், நுண்ணுயிரியல், உடல் நோய்க் குறியியல், உயிர் வேதியியல், நாளமில்லாச் சுரப்பியியல், உயிர் மரபியல் ஆகிய துறைகள் தொடங்கப்பட்டு இத்துறைகளில் முதுநிலைப் பட்டப் படிப்பிற்கான வசதிகளும் உயர் ஆய்வுக்கான வசதிகளும் அமைந்துள்ளன. 1976ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 17ஆம் நாள் தொடங்கப் பட்ட இந்நிலையம் நாளடைவில் ஐந்நூறு படுக்கைகள் கொண்ட மருத்துவ நிலையத்துடன் முன்னேற்றம் கண்டது.

இந்நிலையத்தில் அளிக்கப்படும் கல்விப் பட்டங்கள்:

எம்.எஸ்.சி	—	உயிர் வேதியியல்
எம்.எஸ்.சி	—	நுண்ணுயிர் இயல்
எம்.எஸ்.சி	—	சுற்றுப்புற நச்சாய்வு இயல்

ஆகிய முதுநிலைப் பட்டங்கள் பி.எஸ்.சி அடிப்படைப் பட்டதாரிகளுக்காகவும், உடலியங்கியல், நோய்க் குறியியல், நுண்ணுயிரியல் மருந்தியல், உடற்கூற்றியல், நோய்க் கூற்றியல், உயிர் வேதியியல் ஆகியவை மருத்துவப் பட்டதாரிகளுக்கும், எம்.ஃபில், முதுமுனைவர் பட்டம் (PhD) ஆகியவற்றிற்கான வசதிகள் இங்கு அமைந்துள்ளன. இங்கு இருநூறு மாணவர்கள் பயிற்சியும் ஆய்வும் செய்து வருகின்றனர். இந்நிலையம் முற்றிலும் சென்னைப் பல்கலைக் கழகத்தின் ஒரு பிரிவாகும். இந்நிலையத்திற்கு உலக சுகாதார நிலையம் (WHO), இந்திய மருத்துவ ஆய்வுக் கழகம், தொழில் சார்ந்த அறிவியல் துறை (DST), பல்கலை மானியக் குழு ஆகியவை நிதியுதவி அளிக்கின்றன. இந்நிலையத்தோடு உலகின் பல்வேறு பகுதிகளில் உள்ள ஆய்வாளர்களும் கூட்டு ஆய்வுகளை நடத்தி (Collaborative Research) வருகின்றனர். இந்நிலையை அறிவியல் வல்லுநர்கள் உலகின் பல பகுதிகளிலும் நடைபெறும் மருத்துவம் சார்ந்த அறிவியல் மகாநாடுகளில் ஆய்வுக் கட்டுரைகளை முன் வைத்தும், நேரடியாகப் பங்கேற்றுக் கருத்தரங்குகளில் சொற்பொழிவாற்றியும் புகழீட்டியுள்ளனர். இந்நிலையத்திலிருந்து ஆண்டு தோறும் ஐம்பதுக்கு மேற்பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரைகள் உலகின் பல்வேறு பகுதியிலிருந்து வெளியிடப்பெறும் மருத்துவச் சஞ்சிகைகளில் அச்சேறுகின்றன.

இந்நிலையம் இந்தியாவில் உள்ள பல்வேறு மாநிலத்தவர்க்கும் ஆய்வு வசதியை அளிக்கிறது.

எஸ். சு. ம.

அடிப்படை வளர்சிதை வினைமாற்ற வீதம்

அடிப்படை வளர்சிதை வினை மாற்ற வீதத்தைப் (Basal Metabolic Rate) (B.M.R) பற்றித் தெரிந்து கொள்ள வேண்டுமானால் முதற்கண் வளர்சிதை வினைமாற்றம் என்றால் (Metabolism) என்ன என்பதைப் பற்றியும், உடலில் உண்டாகும் ஆற்றல், அது அடையும் மாற்றங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றியும் அறிதல் அவசியம்;

உயிரிகளில் நடைபெறும் வேதிவினைகளே (Biochemical reactions) வளர்சிதை வினை மாற்றமாகும். இவ்வினைகள் உயிரி உடலில் நடக்கும் வினைகள் மட்டும் அன்றி, உடலினின்று உறுப்புகளோ, திசுக்களோ பிரிக்கப்பட்ட பின்னரும், அவற்றைத் தேவையான தாங்கல் கரைசல் (Buffer solution), ஆக்சிஜன் ஆகியவை கொண்டுள்ள ஊடகத்தில் (Medium) சில மணி நேரங்கள் உயிருடன் வைக்கலாம். அவற்றில் நடைபெறும் வேதி வினைகளும் வளர்சிதை வினை மாற்றமே.

உயிரிகளில் நடைபெறும் வினைகளையெல்லாம் இரண்டு விதமாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று பெரிய மூலக் கூறுகளைத் தொகுத்தல் (Synthesis of Macromolecules) மற்றொன்று பெரிய மூலக்கூறுள்ள சேர்மங்களின் (Compounds) சிதைவு.

பெரிய மூலக்கூறுகளின் தொகுத்தலை வளர்வினை மாற்றம் (Anabolism) என்பர். இதில் பல வினைகள் நடைபெற்றுச், சிறு சிறு பொருள்கள், பெரிய மூலக் கூறுள்ள சேர்மங்களாக மாறும். எடுத்துக்காட்டாக, குளுகோசினின்றும் கிளைகோஜன் (Glycogen) உண்டாதல், அமினோ அமிலங்களினின்றும் புரதம் தொகுக்கப் படல். புதுப்புதுச் சேர்மங்கள் உண்டாவதன் மூலம், புது உயிரணுக்களும், திசுக்களும் உண்டாகலாம். ஏற்கெனவேயுள்ள உயிரணுக்களையும், திசுக்களையும், உறுப்புகளையும் நல்ல நிலையில் வைத்துக்கொள்ள லாம். இரண்டாவது வகையான உயிர் வேதிவினைகளில் பெரிய மூலக்கூறுள்ள பொருள்கள் சிதைக்கப் பட்டுச் சிறிய மூலக்கூறுள்ள பொருள்களாக மாற்றப் படும். இவ்வகை வினைகளைச் சிதைவினை மாற்றம் (Catabolism) என்பர். எடுத்துக்காட்டாக, கிளைகோஜன், குளுகோஸ், கொழுப்பமிலங்கள் ஆகியவை சிதைவினை மாற்றமடைந்து கார்பன்-டை-ஆக்சைடாகவும் நீராகவும் மாறுகின்றன. இவ்வினைகளால் உடலுக்கு வேண்டிய ஆற்றலும் வெப்பமும் கிடைக் கின்றன. உயிர்வேதி வினைகள் நடைபெறாமல் உடலின் வளர்ச்சியோ சிதைவோ நடைபெறாது. எல்லாவற்றிற்கும் அடிப்படைக் காரணம் உயிர் வேதி வினைகளே.

உடலின் ஆற்றல்

வினைகளின்போது சேர்மங்கள் சிதைக்கப்படுமானால் ஆற்றல் உண்டாகும். வெப்ப இயங்கியலின் (Thermodynamics) இரண்டாவது விதிப்படி எந்த ஆற்றலையும் அழிக்க முடியாது. ஒரு வகை ஆற்றலை மற்றொரு வகை ஆற்றலாக, வேண்டுமானால் மாற்றலாம் இவ் விதிப்படி, உடலில் உண்டாகும் வேதி ஆற்றல் (Chemical energy) அழிக்கப்படாமல் மூன்று வகையான மாற்றங்கள் அடையலாம். அவையாவன:

1. வெப்ப ஆற்றலாக மாறி வெப்பம் உண்டாதல்.
2. ஆற்றல் பயன்படுத்தப் பட்டுச் செயல்படுதல் (Work)
3. பல மூலக் கூறுகளின் தொகுப்பு.

வேதி ஆற்றல்-செயல்படுதல் இரு வகைப்படும். ஒன்று கை கால்கள், தோள், தலை ஆகியவற்றால் வெளிப்படையாகச் செயல்படுதல்; இரண்டாவது உள்ளுறுப்புகள் அதாவது இதயம், நுரையீரல்கள், மூளை, சிறுநீரகங்கள், சிறுகுடல் ஆகியவை தங்கள் அன்றாடப் பணிகளை ஆற்றுவதற்குச் செயல்படுதல். மேலும் சுவாசித்தல், இரத்தச் சுற்றோட்டம், சவ்வூடு பரவல், அழுத்தச் சமநிலையைப் பேணல் (Osmotic equilibrium), உந்தப்பட்ட கடத்தல் (Active transport) ஆகிய செயல்களைப்புரிதல், இவை உடலினுள் நடைபெறும் செயல்கள். செயல்படுதல்=வெளிப்படைச் செயல்கள்+உடலினுள் நடைபெறும் செயல்கள்

நடத்தல், ஓடுதல், மாடிப்படி ஏறுதல் ஆகியவையும் வெளிப்படைச் செயல்களே. 70 கிலோ கிராம் எடையுள்ள மனிதன் மெதுவாக நடக்கும்போது மணிக்கு சுமார் 200 கலோரிகள் அளவு ஆற்றலையும், ஓடும் போது 570 கலோரிகளையும், மாடிப்படி ஏறும்போது 1100 கலோரிகளையும் செலவிடுகிறான்.

நாம் வெளிப்படைச் செயல்களில் ஈடுபடாமல் இருக்கலாம். ஆனால் நம் இதயம், மூளை, நுரையீரல்கள், சிறுநீரகங்கள் ஆகிய உறுப்புகள் செயல்படாவிட்டால் என்ன ஆவது? ஆகவே உடலினுள் நடைபெறும் செயல்கள் பிறப்பிலிருந்து இறப்புவரை நடந்துகொண்டே இருக்க வேண்டும். அப்படி நடக்க வேண்டுமானால் வேதி ஆற்றல் உடலில் உண்டாகிக் கொண்டே இருக்கவேண்டும். ஆகவேதான் உடலில் வேதிச் சேர்மங்கள் அல்லும் பகலும் வினைப்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. இங்ஙனம் தொடர்ந்து உடலின் வேதிச் சேர்மங்கள் வினைப்படாமலிருந்தால் உறுப்புகள் அழிந்து உடல் நலிவுறும்.

அதைத் தவிர்க்கவும், வளரும் பருவத்தில் வளரவுமே தான் நாம் உணவு உட்கொள்கிறோம். உணவின் மூலம் நாம் கார்போஹைட்ரேட்டுகள், புரதங்கள் (proteins), கொழுப்பீனிகள் ஆகியவற்றை உடலுக்கு அளிக்கிறோம். செரித்தல், உறிஞ்சப்படல் மூலம் இச்சேர்மங்கள் இரத்தத்தில் கலக்கின்றன. இவை வினைப் படும்போது ஆற்றல் உண்டாகிறது. அவ்வாற்றல் பல வழிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உணவின் ஆற்றல் = வெப்ப ஆற்றல்+உள், வெளிச் செயல்களின் வழியாகவும் அனிச்சைச் செயல்களின் வழியாகவும் இழக்கப்படும் இயந்திர ஆற்றல் + கழிவுப் பொருள்களில் அடங்கியுள்ள வேதி ஆற்றல்.

வெப்ப ஆற்றலை மட்டும் கருத்தில் கொண்டால் வெளிப்படும் வெப்பத்திற்குக் காரணம்,

1. உயிருடன் இருப்பதற்குத் தேவையான ஆற்றல் வெப்பமாக வெளியாதல்.

2. உணவு உட்கொண்டவுடன் வெளிப்படும் ஆற்றல் ஆகியவை.

எப்பொழுது உணவு உட்கொண்டாலும் அது செரிக்கப்பட்டு உறிஞ்சப்படும் வரை, அதன் அகத்தே அடங்கியுள்ள பொருள்களின் தன்மையைப் பொறுத்து வெப்பத்தை வெளியிடுகிறது. 100 கலோரிகளுக்குச் சமமான கொழுப்பு 113 கலோரிகளையும், 100 கலோரிகளுக்குச் சமமான கார்போஹைட்ரேட்டு 105 கலோரிகளையும் வெளியிடுகின்றன. உணவில் புரதம், கொழுப்பு, கார்போஹைட்ரேட் மூன்றும் இருப்பதால் உணவு உட்கொண்ட சில மணி நேரத்தில் சுமார் 10 விழுக்காடு வெப்பம் வெளியாகிறது. இதற்கு உணவின் வெப்ப வெளியீடு (Thermogenic effect) அல்லது நியம இயக்கச் செயல் (Specific dynamic action என்று பெயர்.

உணவு உட்கொண்ட 12 மணி நேரத்திற்குப் பிறகு, அதாவது செரித்தலும், உட்கவரலும் முடிந்த பின்னர் வெளிப்படும் வெப்ப ஆற்றலை மட்டும் கருத்தில் கொண்டால் அது உயிருடன் இருக்கத் தேவையான ஆற்றலை மட்டுமே குறிப்பிடும். இவ்வாற்றல்தான் அடிப்படை வளர்சிதை வினைமாற்றத்திற்குரிய ஆற்றல் அளவு ''அடிப்படை வளர்சிதை மாற்ற வீதம்' (Basal Metabolic Rate -BMR) எனப்படும்.

வரையறை

உணவு செரிக்கப்பட்டு உறிஞ்சப்பட்டபின் உடல் ஓய்வுற்ற நிலையில் உள்ளமும் அமைதியாக இருக்கையில் உயிர்வாழ மட்டும் குறைந்த அளவு செலவழிக்கப்படும் ஆற்றல்தான் ''அடிப்படை வளர்சிதை வினை மாற்ற வீதம்'' ஆகும்.

இதன் அளவு ஆண்களில் உடற்பரப்பு 1 சதுர மீட்டருக்கு 1 மணிக்கு 40 கலோரிகள் ஆகும். பெண்களில் 36 கலோரிகளே.

அடிப்படை வளர்சிதை வினைமாற்ற வீதத்திற்குச் சமமான ஆற்றல் உடல் உள் இயக்கம்-அதாவது இதயத் துடிப்பு, தசை முறுக்குகள், நுரையீரல்களின் சுவாசித்தல், மூளை, சிறுநீரகங்கள், சிறுகுடல் ஆகியவற்றின் செயல்கள், அனிச்சைச் செயல்கள், இரத்த ஓட்டம் (Blood Circulation), குடல் அலைவுகள் (Peristalsis) ஆகியவற்றில் ஏற்படும் இயந்திர வேலை (Mechanical Work), உடலின் வெப்பத்தை ஒரே நிலையில் பேணல், விரவல் (Diffusion), அழுத்தச் சமநிலையைக் காத்தல் ஆகியவற்றிற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இரு கைத்தலங்களையும் ஒன்றோடொன்று தேய்த்தால் வெப்பம் உண்டாவதை நாம் உணர்கிறோம். உடலில் இயந்திர வேலைகளின் போதும் இதே முறையில் வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. இரத்த ஓட்டத்தை எடுத்துக் கொண்டால், இதயத்துடிப்பினால் இரத்தம் குழாய்களின் வழியாக விசையுடன் செலுத்தப்படுகையில் குழாய்களில் உண்டாகும் உராய்வு (friction) வெப்பமாக வெளியாகிறது.

வெப்பம் ஒரு வினையின் போது நேரடியாகவோ, மறைமுகமாகவோ உண்டாகலாம். எடுத்துக்காட்டாக, குளுகோசின் சிதை வினைமாற்றத்தின் போது சுமார் 60 விழுக்காடு வெப்பம் நேரடியாகவே உண்டாகிறது. அத்துடன் ஆக்சிஜனேற்றத்தின் ஆற்றல் அடினோசின் டிரைப்பாஸ்பேட்டாக (ATP) அதாவது வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. இப்படி உண்டான அடினோசின் டிரைபாஸ்பேட் தசைகளின் இயக்கத்திற்குப் பயன்படும் போதும் வெப்பம் உண்டாகிறது. ஆகவே நேரடியாகவும், மறைமுகமாகவும் அடினோசின் டிரைபாஸ்பேட் மூலமும், குளுகோஸ் வெப்பத்தைக் கொடுக்கிறது. இம்முறை வேறு சில பொருள்களுக்கும் பொருந்தும்.

நேரடி வெப்ப வெளியீடு பொருள் (2)
பொருள் (1) + ADP + கனிம பாஸ்பேட் → ATP + வெப்பம் +
↓ சக்தி
தசைகளின் சுருங்கி விரிதல் → மறைமுக வெப்ப வெளியீடு
வேறு வேதி வினைகள்

மூலக்கூறுகளின் தொகுப்பின் போது ஆற்றல் உள்ளடக்கமடைந்தாலும் இம் மூலக்கூறுகள் பின்பு சிதைவடையத்தான் வேண்டும். ஏனெனில் உடலில் எப்போதும் பொருள்களின் தொடர்மாற்றம் (flux) நடைபெறுகிறது. ஆகையால் தொகுப்பின் போது உள்ளடங்கிய ஆற்றலும் பின் வெளியிடப்பட்டு விடும்.

உயிர்வாழக் குறைந்த அளவு ஆற்றல் என்பது தூங்கும் போது செலவிடும் ஆற்றல் அடிப்படை வளர்சிதை வினைமாற்ற வீதத்தைவிடச் சிறிது குறைவாகக் காணப்படுகிறது. வெளிச்செயல்கள் இன்றித் தூங்காமல் படுத்திருக்கும் போது நடக்கும் உட்செயல்களில் சில, தூங்கும் போது அதே அளவில் நடைபெறாததே காரணமாக இருக்கலாம். மூளை, சிறுநீரகங்கள் ஆகியவற்றின் பணிகள் தூங்கும் போது மிதமாக நடக்கலாம்.

1. சுற்றுப்புற வெப்ப நிலை குறைவாக இருத்தல்
2. சுற்றுப்புற ஊடகத்தின் வெப்பக்கடத்தும் தன்மை (Thermal conductance)
3. உடற்பரப்பளவு
4. உடற்பரப்பின் தன்மை.

ஆகிய காரணிகள் உடலினின்று வெப்பம் வெளியேறுவதைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

மேற்குறிப்பிட்ட காரணிகளில் உடற்பரப்பு தலையாய காரணி. சராசரி இந்தியன் 24 மணியளவில் செலவிடுவது 1750 முதல் 1900 கலோரிகள். 15 கிலோ கிராம் எடையுள்ள நாய், 24 மணியளவில் செலவிடுவது 800 கலோரிகளே. ஆயினும் இரண்டிலும் 1 சதுர மீட்டர் உடற்பரப்பிற்கு எவ்வளவு என்று கணக்கிட்டால் இரண்டும் 1000 கலோரிகள்தான். ஆனால் உடல் எடைக்கு (Body Weight) எவ்வளவு என்று கணக்

கிட்டால் உடல் எடை குறைவுள்ள சிறிய பிராணிகளின் BMR பெரிய பிராணிகளின் BMR விட அதிகம். நாயின் BMR = 53Kcal/Kg/உடல் எடை /24 மணி நேரம். ஆனால் மனிதனின் BMR = 30Kcal/Kg/ உடலின் எடை/24 மணி நேரம்.

ஆகவே பல மனிதர்களுடைய BMR ஐ அதே வயதுடைய ஓர் ஆரோக்கியமான மனிதரின் BMR க்கு ஒப்பிட வேண்டுமானால் ஒவ்வொருவரது BMR ஐயும் 1 சதுரமீட்டர் உடற்பரப்பிற்கு எவ்வளவு என்பதைக் கண்டால்தான் ஒப்பிட முடியும்.

வெளியிடப்படும் ஆற்றலை அளவிடுதல்:

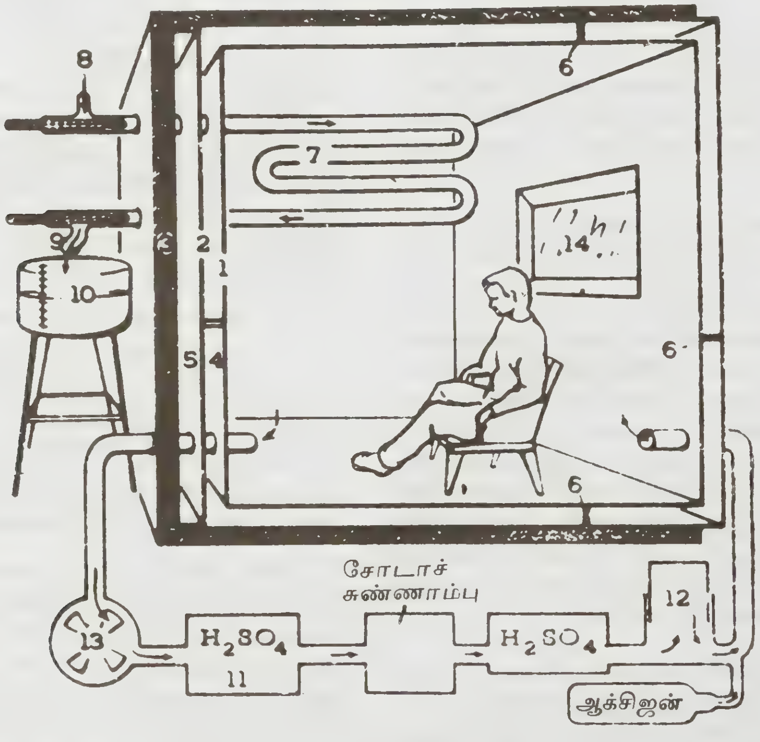
முதற்கண், அமெரிக்க நாட்டு உயிரியங்கியல் நிபுணர் அட்வாடர் 1900ஆம் வருடம் நேரடி முறையில் ஒருவரது ஆற்றலின் வரவு செலவு கணக்கைக் கண்டறியும் முறையை வகுத்துத் தந்தார். அவரது ஆய்வின் சோதனைக்கு உட்படும் மனிதன் முழுதும் மூடப்பட்ட அறைக்குள் சில நாட்கள் வசிப்பார் (படம்1). அவர் எடுத்துக்கொள்ளும் உணவின் ஆற்றலும், கழிவுப் பொருள்களில் வெளியாகும் வெப்ப ஆற்றலும் கணக்கிடப்படும். இம்முறைக்கு நேரடியான வெப்ப அளவீடு (Direct Calorimetry) என்று பெயர். சோதனை கடினமானதாக இருந்தாலும் சில முக்கிய முடிவுகள் தெளிவாயின.

அவை: (1) ஒருவருடைய உடலின் ஆற்றலின் சமநிலை பேணப்படும். எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட ஆற்றலும்செலவழிக்கப்படும் ஆற்றலும் சமமாக இருப்பதால் உடலில் ஆற்றலின் நிலை பாதுகாக்கப்படுகிறது (Conservation of Energy).

உணவு உட்கொள்ளாவிடில்தான் ஒருவனது ஆற்றலின் சமநிலை பாதிக்கப்பட்டு உட்கொள்ளும் ஆற்றலைவிட அதிக சக்தியை இழந்து விடுகிறான். அதனால் அவன் பலவீனமுறுகிறான். இந்நிலை, தொடர்ந்து பட்டினியிருத்தல், அறுவைச் சிகிச்சை ஆகியவற்றின் பின் ஏற்படுகிறது.

வளரும் குழந்தை அல்லது சிறுவனை எடுத்துக் கொண்டால், உட்கொள்ளும் ஆற்றல் செலவிடப்படும் ஆற்றலைவிட அதிகமாக இருக்கும். இவ்வதிக ஆற்றல் வேதிச் சேர்மங்களில் சேகரித்து வைக்கப்பட்டு அவற்றின் மூலம் புது உயிரணுக்களை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது.

(2) செலவழிக்கப்படும் ஆற்றலும் மூச்சுக்காற்றின் மூலம் உட்கொள்ளும் ஆச்சிஜனின் அளவும் நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளன என்பது ஆய்வில் தெளிவாயிற்று. ஒருவன் 1லிட்டர் ஆக்சிஜனை (N.T.P.இல்) மூச்சிலிழுத்தால் அது 4.825 கலோரிகள் ஆற்றலுக்குச் சமம். இக் கண்டுபிடிப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டுதான் தற்காலத்தில் ஒருவரின் BMR அளவிடப்படுகிறது. ஒருவன் 1மணி நேரத்தில் எவ்வளவு ஆக்சிஜனை மூச்சிலிழுக்கிறான், அவனது உடற்பரப்பு எவ்வளவு என்று தெரிந்



படம் 1. அட்வாடர் நேரடி வெப்ப ஆற்றல் அளவீட்டு முறை

தால் அவனது BMR சுலபமாகக் கணக்கிடப்பட்டுவிடும். இம்முறைக்கு மறைமுகமான வெப்ப அளவீடு (Indirect calorimetry) என்று பெயர்.

மறைமுகமான வெப்ப அளவீட்டு முறையைக் கைக் கொண்டு இரண்டு விதமாக ஒருவனின் BMR ஐக் கணக் கிடலாம். ஆய்வுக்கு முன் கீழ்க்கண்ட விதிகள் அனு சரிக்கப்பட வேண்டும்.

1. ஆய்விற்குச் சுமார் 12 மணி நேரத்திற்கு முன் எந்த உணவையும் உட்கொள்ளக் கூடாது. அதாவது ஆய்வின் போது உட்கவர்தல் முழுவதும் முடிவுற்ற நிலையில் (Post absortive state) இருக்க வேண்டும்.

2. ஆய்விற்கு முன், குறைந்தது ஒரு மணி நேரமாவது படுத்த நிலையிலோ சாய்ந்த நிலையிலோ இருந்து கொண்டு உடலுக்கும் மனதுக்கும் நல்ல ஓய்வு கொடுக்க வேண்டும்.

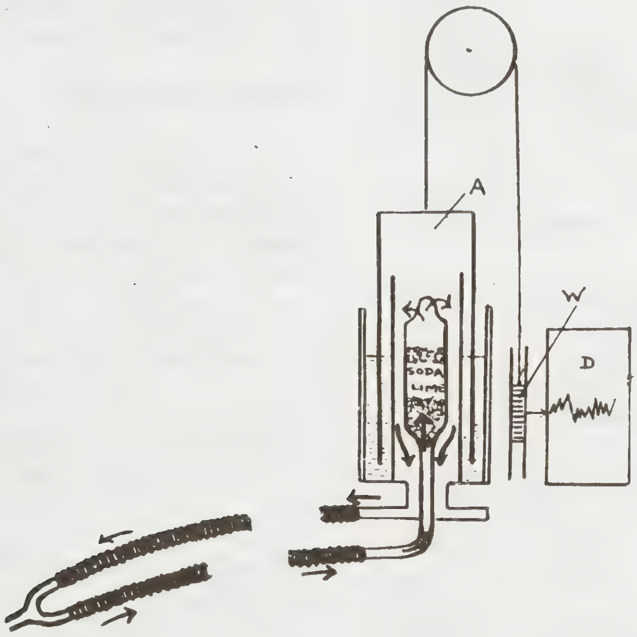
3. ஆய்விற்கு உட்படுத்தப்படுபவர், உறக்கமற்ற நிலையில் இருக்க வேண்டும்.

4. அறையின் வெப்ப நிலை 15°C-க்கு அருகில் இருத் தல் நல்லது. பெனிடிக்ட்-ராத் ஸ்பைராமீட்டர் முறை (Benedict-roth spirometer method)

சுமார் 6 லிட்டர் அளவு கொண்ட மூடப்பட்ட பையி னுள் ஒருவன் மூச்சு விட்டு இழுக்க வேண்டும். உட் கொள்ளும் ஆக்சிஜன், வெளியிடும் கார்பன்-டை-ஆக் சைடு ஆகிவை பையினுடன்தான் தொடர்பு கொண் டிருக்கவேண்டும். அவனை மூக்கினால் மூச்சு இயக்க விடாமல் வாயினால் பைக்குள் மூச்சு இயக்கச் செய்ய வேண்டும். மூச்சியக்கும் போது வெளியாகும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு கருவியில் அடங்கியுள்ள சோடாச் சுண்ணாம்பினால் முழுதும் உறிஞ்சப்படும். தொடர்ந்து ஆக்சிஜன் உபயோகப் படுத்தப் படுவதால் பையினுள் ஆக்சிஜனின் அளவு சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து விடும். அதன் காரணமாக, நீரில் மிதக்கும் பை படிப்படியாகக் கீழே இறங்கும். அதன் இறக்கம் வரைதாளில் தானா கவே வரையப்படும். சோதனை 6 நிமிடங்கட்கு வழக்க மாக நடத்தப்படுகிறது. சில நிமிடங்கள் அதிகமாகவும் இருக்கலாம். மூச்சியக்கத்தின் போது உட்கொண்ட ஆக்சிஜனின் அளவு வரைபடத்திலிருந்து கணக்கிடப் படுகிறது. (படம்-2)

மற்றொரு மறைமுக ஆய்வு டக்லஸ் பை முறை (Duglas bag method) எனப்படும். 100 முதல் 300 லிட்டர் ஆக்சிஜன் கொண்ட ப்ளாஸ்டிக் பையுடன் ஒரு வனின் வாய் இணைக்கப்படுகிறது (படம்-3). தேவை யான திறப்புகள் இக்கருவியில் உண்டு. அவற்றின் உதவி யால் மூச்சின்போது வெளிப்புற காற்று உள்ளிழுக்கப் படும். வெளியிடும் காற்று டக்லஸ் பையிலிருந்து தேவை யான அளவு மூச்சுக் காற்றை எடுத்துக் கொள்ளும். பிறகு அதிலுள்ள ஆக்சிஜன், கார்பன்-டை-ஆக்சைடு ஆகியவை அளவறி பகுப்பாயப்படும்.

(பென்டிக்ட்-ராத் முறையில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடின் அளவு தெரிய வழியில்லை). ஆக்சிஜனின் அளவிலிருந்து



படம்-2 பெனிடிக்ட்ராத் ஸ்பைரோமீட்டர்

படம்-3 டக்ளஸ்பை முறை

ஆற்றலின் அளவைச் சமன்பாடினின்றும் கணக்கிட்டு விடலாம்.

பெனிடிக்ட்-ராத் முறையே பல ஆய்வுக் கூடங்களில் கையா ளப்படுகிறது.

எம்முறையைக் கைக்கொண்டாலும் ஆய்வுக்குட்பட்ட வரின் உடற்பரப்பைக் காண வேண்டும். அதற்கும் இரு முறைகள் உள்ளன. அவரது உயரம், எடை ஆகிய வற்றைக் குறிக்க வேண்டும். டு-பாய்ஸ் (Du-bois) என் பவரின் வாய்பாட்டால் உயரம், எடை ஆகியவற்றி லிருந்து உடற்பரப்பு கணக்கிடப்படுகிறது. உடற்பரப்பு = உயரம் $\times 0.725 \times$ எடை $\times 0.425 \times 71.84$

குறிப்பு: உயரம் செண்டிமீட்டரிலும் எடை கிலோ கிரா மிலும் இருத்தல் வேண்டும். கிடைக்கும் பரப்பளவு சதுர செண்டிமீட்டரில் இருக்கும். இதை 10,000 ஆல் வகுத்தால் பரப்பளவு சதுர மீட்டருக்கு மாற்றப்பட்டு விடும்.

இதைவிட எளிதான முறை தயாராக உள்ள நோ மோகிராமைப் (Nomogram) பயன்படுத்துதல். இதில் எடை, உயரம், உடற்பரப்பு ஆகியவை அளவுக்கோடு கள் மூலம் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றின் தொடர்பை அளந்து, உடற்பரப்பை எளிதாக அறியலாம்.

ஆய்வுக்குட்பட்டவரின் வயது, இனம், ஆகியவற்றைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

6 நிமிடங்கட்கு மூச்சியக்க ஆக்சிஜனின் அளவினின்று 60 நிமிடங்கட்கு எவ்வளவு ஆக்சிஜன் மூச்சியக்கப்படு கிறது என்று காண வேண்டும். ஆக்சிஜனின் அளவைப் படித்தர வெப்ப நிலை அழுத்தத்திற்கு (Normal Temperature and Pressure-N.T.P.) $\frac{PV}{T} = \frac{P^1V^1}{T^1}$ என்ற சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிட வேண்டும். படித்தர வெப்பநிலை அழுத்தத்தில் 1 லிட்டர் ஆக்சிஜன் 4.825 கலோரிகட்குச் சமம். ஆக்சிஜன் அளவினின்றும் கலோரிகள் எவ்வளவு என்று காணவேண்டும். பின் உடற்பரப்பு 1 சதுர மீட்டருக்கு எவ்வளவு கலோரிகள் வெப்பம் உண்டாகிறது என்று கணக்கிட்டால் அதுவே அவனது BMR ஆகும். அவனது வயது, இனம் ஆகிய வற்றைக் கொண்ட (Standard) மனிதரின் BMR எண் ணுடன் ஒப்பிட்டு அதிகம் அல்லது குறைவு இருந்தால் அது எவ்வளவு விழுக்காடு என்று காணவேண்டும். கண்டுபிடிக்கப்பட்ட BMR 15 விழுக்காடு குறையும் வரை யும், 20 விழுக்காடு அதிகம் வரையும் இருந்தால் உடலில் கோளாறில்லை என்று கொள்ளலாம்.

மாதிரிக் கணக்கிடல்

35 வயதும் 170 செண்டிமீட்டர் உயரமும் 70 கிலோ கிராம் எடையும் உள்ளவன் 6 நிமிடங்களில் 1.2 லிட்டர் ஆக்சிஜனை (N T.P. இல் திருத்தப்பட்ட பருமன்) மூச்சில் பெறுகிறான். அவனுடைய அடிப்படை வளர் சிதை வினை மாற்ற வீதம் கீழ்க்கண்ட முறையில் கணக் கிடப்படுகிறது.

6 நிமிடங்கட்கு உட்கொள்ளும் ஆக்சிஜன்	= 1.2 லிட்டர்கள்
60 நிமிடங்கட்கு (1 மணி) உட்கொள்ளும் ஆக்சிஜன்	$= 1.2 \times 10 = 12$ லிட்டர்கள்
1 லிட்டர் ஆக்சிஜன் (NTP)	= 4.825 கலோரிகள்
12 லிட்டர் ஆக்சிஜன் NTP	$= 4.825 \times 12 = 58$ கலோரிகள்
அவன் வெளியிடும் வெப்பம்	= 58 கலோரிகள்/மணி
உடற்பரப்பு (நோமோகிராம் அட்டவணை மூலம்)	= 1.8 சதுர மீட்டர்

1.8 சதுர மீட்டர் உடற்பரப்
பளவு வெளியிடும் வெப்பம்
(BMR) = 58 கலோரிகள்/மணி

1 சதுர மீட்டர் உடற்பரப்பளவு
வெளியிடும் வெப்பம் BMR

$$= \frac{58}{1 \cdot 8} = 32 \text{ கலோரிகள் சதுரமீட்டர்/மணி}$$

35 வயதுடைய செந்தர ஆணின் BMR = 39.5 கலோரிகள் / சதுரமீட்டர்/மணி

வேறுபாடு = 39.5-32 = 7.5

$$\text{வேறுபாட்டின் விழுக்காடு} = \frac{7 \cdot 5}{39.5} \times 100 = 18.5$$

அதாவது அவனது BMR அவன் வயதிற்கு நிர்ணயிக்கப் பட்ட BMR விருந்து 18.5 விழுக்காடுகள் குறைவு.

BMR ஐப் பாதிக்கும் காரணிகள்

பல காரணிகள் BMRஐப் பாதிக்கின்றன. அவையாவன

1. வயது : குழந்தை பிறந்தவுடன் குறைவாகவுள்ள BMR அது வரை வளர அதிகரித்து 5 அல்லது 6 வயதில் உச்ச மதிப்பை அடைகிறது. பிறகு அதே நிலையில் இருக்கலாம். அல்லது சிறிது குறையலாம். ஆண்மை அல்லது பெண்மை அடையுங்கால் மறுபடி அதிகரித்துப் பினபு சிறிது குறையலாம்.

2. பால் வேறுபாடு : சம வயதுடைய ஆண்களின் BMR பெண்களின் BMRஐ விட மிகும்.

3. பருவ நிலை: BMR கோடையில் குறைந்தும் குளிர் காலத்தில் மிகுந்தும் காணப்படும். குளிரான சூழ் நிலை உடலின் வெப்ப உற்பத்தியை அதிகப்படுத்துவது தான் இதற்குக் காரணம்.

4. இன வேறுபாடு : அமெரிக்கா, ஐரோப்பா ஆகிய நாடுகளின் மக்களின் BMR இந்தியா, சீனா ஆகிய நாடு களின் மக்களின் BMRஐ விட அதிகமாகக் காணப்படு கிறது. காரணம் உணவு வகைகளிலுள்ள மாறுதல் களாக இருக்கலாம்.

5. மனநிலை : கவலை, உள்ளக்கிளர்ச்சி, பரபரப்பு ஆகியவை BMRஐ மிகுவிக்கும்.

6. ஊட்டநிலை (Nutritional state) : குறைந்த ஊட்ட நிலை, குறை பட்டினி, முழுப் பட்டினி, பல நாட்கள் பட்டினி ஆகியவை உடல் எடையைக் குறைக்கும். நோய்களில் BMR குறைகிறது. பல நாட்கள் பட்டினி இருப்பதால் BMR குறைவதற்குக் காரணம் உடல் திசுக் களில் அழிவினால் எடை குறைந்து விடுவதுதான்.

7. உயிர்வினை ஊக்கிகள், மருந்துகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தல்:

இரத்த ஓட்டத்தில் ஊக்கிகளின் அளவு மிகைத்தால் BMR அதிகரிக்கும். எடுத்துக்காட்டு: எபிநெஃப்ரின் (Epinephrine), காஃபீன் (Caffine), நிகோடின் (Nicotine), ஆல்கஹால் ஆகியவை BMR ஐ மிகுவிக்கும்.

8. நோய்கள் : பல நோய்களில் BMR மாறுபாடு அடைகிறது.

(i) காய்ச்சல் : காய்ச்சலில் BMR மிகும். உடல் வெப்பத்தில் 1°C அதிகரித்தால் கூட 14-15 விழுக்காடு BMR அதிகரிக்கும்.

(ii) இரத்தத்தில் வெள்ளையணுக்கள் மிகுத்தல் (Leukaemia), சிவப்பு அணுக்கள் மிகுத்தல் (Polycythemia) ஆகிய நோய்கள், மிகை இரத்த அழுத்தம் (Hypertension), ஆஸ்த்துமா, இதயத்திறன் குறைவு (Cardiac failure) முதலிய நோய்களில் BMR மிகு கிறது.

(iii) நாளமில்லாச்சுரப்பி நோய்கள்: இந்நோய்களுக்குக் காரணம் உயிர்வினை ஊக்கிகளின் அளவு பாதிக்கப் படுதலே. BMR சோதனை அடிக்கடி செய்யப்படுவது தைராய்டு சுரப்பி நோயுற்றிருக்கும்போதுதான். தைராய்சுரப்பி, தைராக்சின், டிரையடோ தைரோ னின் எனும் ஊக்கிகளைச் சுரக்கிறது. இச்சுரப்பி மிகை இயக்கமோ (Hyperthyroidism), குறையியக்கமோ (Hyperthyroidism) கொள்ளலாம், தைராடின் மிகை இயக்கத்தில் BMR, 30 விழுக்காட்டிற்கு அதிகமாகி விடுகிறது. தைராய்டின் குறையியக்கத்தில் 30 முதல் 60 விழுக்காடளவு குறைந்துவிடும். தைராய்டு ஊக்கி கள் செல்களின் வேதிவினைகளின்வேகத்தைக் கட்டுப் படுத்துவதே இதற்குக் காரணம்.

அடிசன் நோய் (Addison's disease), குஷ்ஷின் நோய்க் குறித் தொகுப்பு (Cushing's syndrome) ஆகியவற்றில் அண்ணீரகப் புறணியின் (Adrenal Cortex) ஊக்கிகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. அடிசன் நோயில் அண்ணீரகப் புறணி ஊக்கிகள் குறைவடைகின்றன. BMR இந் நோயில் குறைவடைகிறது. இதற்கு நேர்மாறாக குஷ்ஷின் நோய்க்குறித் தொகுப்பில் அண்ணீரகப் புறணியின் ஊக்கிகள் அதிகரிக்க, BMR ம் மிகுகிறது.

9. செவிப்பறையில் துளை : செவிப்பறையில் (Ear drum) துளை இருப்பின் தவறான அதிக BMR மதிப்பு ஆய்வின் போது தெரியும். இதற்குக் காரணம் வாய் வழியாக உட்புகும் ஆக்சிஜனின் பெரும் பகுதி சுவாசப் பைக்குச் செல்லாமல் செவிப்பறை வழியாக வெளியேறி விடுவதுதான்.

குறிப்பிட்ட வயதையும், பாலையும் சேர்ந்த ஒரு வரின் BMR எவ்வளவு இருக்க வேண்டும் என்பதைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் காணலாம்.

குறிப்பிட்ட வயதிற்கும் இனத்திற்குமான செந்தர அடிப்படை வளர்சிதைவினை மாற்ற வீதம்.

வயது (வருடங்கள்)	அடிப்படை வளர்சிதைவினை மாற்ற வீதம் சதுர மீட்டர்/மணி/கலோரிகள்	
	ஆண்	பெண்
6	53	50.6
10	48 5	45.9
16	45.7	38.8
20	41.4	36.1
30	39.3	35.7
40	38	35.7
50	36.7	34
60	35.5	32.6
69	34.8	32.3

ஓய்வுற்ற நிலையில் வளர்சிதை வினை மாற்ற ஆற்றல் செலவு:
(Resting Metabolic Expenditure-RME)

மருத்துவமனைகளில் சிகிச்சை பெற்று வரும் நோயாளிகளின் BMRஐக் கண்டறிய எல்லாவிதிகளையும்கடைப்பிடித்தாலும், ஆக்சிஜன் உட்கொள்ளப்படும் அளவை இந்நோயாளியிடம் காணமுடியாது. இருப்பினும் லாங் (Long) எனும் விஞ்ஞானி இவர்களது உடம்பினின்றும் வெளியாகும் வெப்ப அளவைக்கண்டுபிடித்திருக்கிறார். அதற்கு BMR என்று பெயரிட முடியாதாகையால் "ஓய்வுற்ற நிலையில் வளர்சிதை வினை மாற்ற ஆற்றல் செலவு (Resting Metobolic expenditure-RME) என்ற பெயர் நிலவுகிறது. லாங்கின் சோதனைகள், அடிப்படை வளர்சிதை வினைமாற்ற வீதத்திற்கும், (BMR)ஓய்வுற்ற நிலையில் வளர்சிதை வினை மாற்றச் செலவிற்கும் (BMR) உள்ள வேறுபாடு 3 விழுக்காட்டிற்கும் குறைவு என்று காண்பித்தன. ஆகவே மருத்துவமனை நோயாளிகட்கு RME எண்ணையே BMR ஆக எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

சி. இ

நூலோதி

1. **சி. இராமகிருஷ்ணன்,** உயிர் வேதியியல் நூல், மருத்துவம் மற்றும் அறிவியல் மாணவர்கட்கு, தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம், தஞ்சாவூர்-1983.

2. **Martin, Jr., D.W., Mazes, P.A. and Rodwell, V.W.** *Harper's Review of Biochemistry* Large Medical Publications, California, 19th edition. 6,1983.

3. **Ramakrishnan, S. Prasannam, K.G. and Rajam, R.** *Text Book of Medical Bio-chemistry* Orient Longmans, Madras, 1980 Reprinted 1982.

4. **Rama Rao, A.V.S.S.** *Text Book of Biochemistry for Medical Students.* L.K. &S. Publishers, Tirupathi, 3rd Edition, 1980.

5. **Talwar, G.P.** *Text Book of Biochemistry and Human Biology,* Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi, 1980.

6. **Varley, H.,** *Practical Clinical Biochemistry,* William Heinemann Medical Books Limited. and Interscience Books, INC, New York, 1966.

7. **West, E.S. Todd, W.R. Mason H.S and Van Bruggen J.T.** *Text Book of Biochcmistry,* The Macmillan Company., New York, 4th Edition; 1967.

8. **White, A., Handler P., Smith, E.L., Hill, R.L. and Lehman, I.R.,** *Principles of Bio chemistry* McGraw - Hill Kogakosha Limited., Tokyo, 6th Edition., 1978.

அடிப்படை விண்மீன்கள்

வானம் முழுவதிலும் ஒரே சீராகப் பரவியிருக்கும் ஒளிமிக்க விண்மீன்களின் ஒரு சிறு தொகுப்பை அடிப்படை விண்மீன்கள் என்கிறோம். அளத்தல் நோக்கத்திற்காக வானம், வானகோளத்தின் (Celestial Sphere) உட்பரப்பாகக் கருதப்படுகின்றது. புவிமேல் உள்ள புள்ளியின் அகலாங்கு (Latitude), நெட்டாங்கு (Longitude) ஆகியவைகளை அளப்பது போலவே வான் அளவியலிலும் விண்மீன்களின் கோள ஆயங்கள் (Spherical Co-ordinates) அளக்கப்படுகின்றன. புவியினை அளப்பதற்கு அடிப்படையாக எவ்வாறு முதல் வரிசை முக்கோணப் புள்ளிகள் (first order triangulation points) பயனாகின்றனவோ அவ்வாறே வான்கோள அளவைக்கு அடிப்படை விண்மீன்கள் பயன்படுகின்றன. இங்ஙனம், முதலில் அடிப்படை விண்மீன்களின் கோள ஆயங்கள், பெரிய கோணத் தொலைவுகளை அளக்க வடிவமைக்கப்பட்ட விரிவான சிறப்பு நுட்பமுறைகளைப் பயன்படுத்தி அளக்கப்படுகின்றன. பிறகு இதைவிட எளிய முறைகளைப் பயன்படுத்தி மற்ற விண்மீன்களின் ஆயங்கள் அடிப்படை விண்மீண் ஆயங்களிலிருந்து உய்த்துணரப்படுகின்றன. காண்க: வான் அளவியல் (Astrometry), ஆயமுறைகள், வானியல்.

புவியின் இயக்கத்தால் விண்மீன்களின் ஆயங்கள் தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டே இருக்கின்றன. இது

போலவே விண்மீன்களின் தன் இயக்கத்தாலும் அதனுடைய ஆயங்கள் மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றன. எனவே ஒரு தெளிவான குறிப்பிட்ட காலத்தில் விண்மீன்களின் ஆயங்களை அளக்க அக்காலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் காண்பதற்கு மேற்கூறிய அளத்தல் முறை தேவைப்படுகின்றது. ஆகையால் விண்மீன்களின் ஆயங்களை அளத்தல் ஒரு முற்றுப் பெறாத தொடர் நிகழ்ச்சியாகும்.

காலத்திற்குக்காலம் விண்மீன்களின் ஆயங்கள் பற்றிக் கிடைக்கக் கூடிய குறிப்புகளையும் அவற்றின் மாற்றங்களையும் அவ்வப்போது வெளியிடப்படும் அடிப்படை அட்டவணைகள் மூலம் அறியலாம். அனைத்துலக ஒப்பந்தப்படி உலகத்தில் உள்ள அனைத்து வானியல் அறிஞர்களும் இதைப் பயன்படுத்துகின்றனர். 1950, 1975 ஆகிய ஆண்டுகளுக்கான 1535 விண்மீன்களின் ஆயங்களையும் அவைகளின் மாற்றங்களையும் உள்ளடக்கிய அட்டவணைகள் உள்ளன. இந்த அட்டவணைகளிலிருந்து வேறு எந்த நேரத்திற்குமான ஆயங்களையும் கொணரலாம்.

நூலோதி

1. McGraw-Hill *Ency. of Science & Technology* Vol. 5, McGraw-Hill Book Company, New york, 1977.

அடிப்படை விதை

கி.பி. இருபத்தொன்றாவது நூற்றாண்டில் இந்தியாவின் பல்வேறு பயிர்களுக்கான பொறுக்கு விதை 2.5 மில்லியன் டன்கள் தேவை எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இதைப் பெறுவதற்கு விதைகளை 2.8 மில்லியன் ஹெக்டேர்களில் பயிரிட வேண்டும். இதைச் செயல் படுத்த 12 மில்லியன் விவசாயிகளும் 3000 சீரமைப்பு மையங்களும் (Processing Centres) தேவைப் படும்.

அதிக விளைச்சலையும், சிறந்த பண்புகளையும் கொண்ட புதிய விதைகளைச் சீராகவும், ஒழுங்காகவும், எவ்வித வகையினக் கலப்பும் (Varietal mixture) இன்றி உழவர்களுக்கு அளிப்பதற்கு விதைத்தகுதிச் சான்றளிக்கும் முறை (Seed Certification) ஏற்படுத்தப் பட்டது. வகையினக் கலப்பின்மை, நன்கு முளைக்கும் தன்மை, களை விதைகள் கலப்பின்மை, விதை மூலம் நோய் பரவாத தன்மை ஆகியவை தகுதிச் சான்றின் அடிப்படை நிபந்தனைகளாகும். அமெரிக்கா, கனடா, போன்ற நாடுகளில் அகில உலகப் பயிர் நலம் காக்கும் கழகத்தால் விதை தகுதிச் சான்றளிக்கும் முறை நடைமுறைக்கு வந்திருக்கிறது. நான்கு வகையான விதைகளை இந்தக் கழகத்தினர் ஒப்புக்கொண்டுள்ளனர்.

1) பயிர்ச்சேய்ப் பெருக்காளரின் விதைகள்

பயிர்ச்சேய்ப் பெருக்காளராலோ, பயிர் வல்லுநர்களாலோ (பண்பகக் கலப்பு செய்பவர்) மூல விதைகளில் (Nucleus seeds) இருந்து ஆய்வுப் பண்ணைகளில் இவை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து அடிப்படை விதைகள் (Foundation seeds) பெறப்படுகின்றன. பயிர்ச் சேய்ப்பெருக்காளரின் விதைகள் பல வரிசைகளில் வளர்த்து விதைப் பெருக்கம் செய்யப்படுகின்றன.

2) அடிப்படை விதைகள்

மாநில விதைப்பண்ணைகளாலும் சிறந்த சில தனியார் விதை உற்பத்தியாளர்களாலும் பெருக்கப்படும் விதைகளுக்கு அடிப்படை விதைகள் அல்லது ஆதார விதைகள் (Basic seeds) என்று பெயர். இவற்றின் மரபு கெடாத தன்மையும் தூய்மையும் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அடிப்படை விதைகளை உருவாக்கும்போது அவற்றை எச்சரிக்கையாகக் கண்காணிக்க வேண்டும். ஏனெனில் இவையே பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகளுக்கும் (Registered seeds) சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளுக்கும் (Certified seeds) ஆதாரமாகும். அடிப்படை விதைகளுக்கு இந்திய அரசும், மாநில அரசும் புறத் தூய்மையும், முளைப்புத்திறனும் இருக்க வேண்டும் என்ற தரக் கட்டுப்பாட்டை விதித்துள்ளன.

3) பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகள்

இவ்விதைகள் மாநிலம், வட்டார வேளாண்மைப் பண்ணைகளிலும், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட விதை உற்பத்தியாளர்களாலும் தகுந்த பொறுப்புடனும், கண்காணிப்புடனும் தயாரிக்கப்படுவை. இவற்றில் குறிப்பிட்ட வகைப் பண்புகளையும், தூய்மையான தன்மையையும் சரியாகப் பாதுகாப்பது அவசியம். பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகள் அடிப்படை விதைகளிலிருந்து பெறப்படுகின்றன.

4) சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகள்

இவ்விதைகள் வேளாண் துறையில் மேலாளர்களின் கண்காணிப்பில் பெருமளவில் சான்றளிக்கப்பட்ட விதைப்பெருக்காளர்களால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மரபியல் தனித்தன்மையும், தூய்மையையும் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. பிறகு இவை உழவர்களுக்கு வழங்கப் படுகின்றன.

தமிழ்நாட்டில் நடைமுறையில் உள்ள விதைச் சட்டங்கள்

விதைத்தரம், இனத்தூய்மை, புறத்தூய்மை, விதை முளைப்பு, களை, இவையெல்லாம் சட்ட விதிகளில் கூறியுள்ளபடி அமைந்திருக்க வேண்டும். இல்லாவிட்டால் தரக்கேடுள்ள விதைகளைப் பயிர்செய்த உழவர்களும், அவர்களை நம்பி இருக்கின்ற பொது மக்களும் உணவுப் பற்றாக்குறையால் அல்லல்படுவர். கலப்பின வகை விதைகளின் குணத்தைப் பேணிக்காக்கவும், போலி விதை வாணிபத்தை அறவே நீக்கவும், நாடெங்கிலும் நல்லவிதை விற்பனை ஓங்கிடவும், விதைச் சட்டங்கள் வழி வகுக்கின்றன. விதைத் தூய்மையைக்

காப்பது, விதை உற்பத்தியாளர், உழவர்கள், அரசு ஆகியவர்களின் கடமையாகும். இந்திய விதைச் சட்டத்தையும், விதிகளையும் தமிழ்நாடு அரசு 1981 முதல் ஒரு தனி ஆய்வகம் மூலம் தமிழ்நாடு விதை சான்றளிப்புத் துறையின் மேலாண்மையில் செயல் படுத்தி வருகிறது. இத்துறையின் தலைவராக விதைச் சான்று இயக்குநர் உள்ளார். இதன் தலைமையகம் கோயம்புத்தூரில் உள்ளது.

விதைகளில் பல வகைகள் உள்ளன. இதனைத் தெரிந்துகொள்ள விதைப் பைகளில் இடப்படும் அட்டையின் நிறத்தினைப் பார்க்க வேண்டும். விற்பனை நிலையங்களில் உண்மைநிலை விதைகள், சான்று நிலை விதைகள், பதிவு நிலை விதைகள், அடிப்படை விதைகள், பயிர் வல்லுநர் விதைகள் எனப் பலவகை விதைகள் விற்பனை செய்யப்படுகின்றன. பலவகை விதைகளை விவசாயிகள் எளிதில் இனம் கண்டுகொள்ளும் பொருட்டு அவ்விதைப் பைகளில் பொருத்தப்படும் அட்டையின் நிறம் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. பயிர் வல்லுநர் விதைகள் உள்ள பைகளில் பொன் மஞ்சள் நிறத்தில் சான்று அட்டைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அடிப்படை விதைகள் உள்ள பைகள் வெள்ளை நிறச் சான்று அட்டைகளுடன் காணப்படும். பதிவு நிலை விதைப் பைகளில் ஊதாநிறச் சான்று அட்டைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

உ.அ.

நூலோதி

1. **Arakeri, H.R.** *Indian Agriculture.* Oxford IBH Publ. Co., New Delhi. 171-175. 1980.
2. **Donglas, E. Johnson.** *Successful Seed Programes.* A Planning and Management Guide. Tata McGraw Hill Co., New Delhi. pp. 111-143, 1980.
3. **Herbert Kendall Hayes**, *et al.* 1955. *Methods of Plant Breeding.* McGraw-Hill Book Co., New York, pp. 80-93, 1955.
4. **Thomson, J.R.** *Advances in Research and Technology of Seeds.* Pt. Centre for Agriculture Publ. and Documentation, Wageeningen, 11-17, 1980.

அடிப்பிக் அமிலம் $HOOC(CH_2)_4COOH$

இது 1, 4-பியூட்டேன்டைக்கார்பாக்சிலிக் அமிலம் (1,4-blutanedicarboxylic acid) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. முதன்முதலில் அடிப்பிக் அமிலம் (adipic acid) கொழுப்புகளை (fats) ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து பெறப்பட்டதால் இதற்கு அடிப்பிக் அமிலம் எனப் பெயரிடப்பட்டது (லத்தீன் அடிப்ஸ் — கொழுப்பு) இது ஒரு நிறமற்ற படிகம் ஆகும். இதன் உருகு நிலை 150° . ஆல்கஹாலிலும், அசெட்டோனிலும் நன்றாக கரையும். இது நீரில் சிறிதளவே கரையும். நைலான், பாலியூரித்தேன் நுரை பொருள்கள் (polyurethane foams) ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் அடிப்பிக் அமிலம் பயன்படுகிறது. பிளாஸ்டிக் ஆக்கிகளிலும் (plasticizers), உயவுப் பொருள்களில் (lubricants) பயனாகும் எஸ்டர்களின் தயாரிப்பிலும் இது பங்கேற்கிறது. சமையல் சோடா (baking powder), ஒட்டுப்பசை (adhesives) ஆகியவை தயாரிக்க இது பயன்படுகிறது.

நூலோதி

Finar I.L. Finar, *Organic Chemistry*, Vol I, Sixth Edition, ELBS London, 1973 p. 455.

அடி–பவுண்டல் (அலகு)

ஆங்கிலத் தனிநிலை (Absolute) அலகமைப்பில் உள்ள ஓர் அலகு அடி-பவுண்டல். இதற்கு இரண்டு வரையறைகள் உண்டு. (1) ஆற்றல் அல்லது வேலையின் அலகு. ஓர் அடி-பவுண்டல் என்பது ஒரு பவுண்டல் விசை அதன் செலுத்தப் புள்ளியை விசையின் திசையில் ஓர் அடி தொலைவு நகர்த்தச் செய்யும் வேலைக்குச் சமமாகும். (2) திருக்கத்தின் அலகு ஓர் அடி-பவுண்டல் என்பது சுழலச்சிலிருந்து ஓரடி தொலைவில் அதற்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும் ஒரு பவுண்டல் விசை உருவாக்கும் உந்த மாற்ற விகிதத்திற்குச் (Rate of change of momentum) சமமாகும். இது வேலை அல்லது ஆற்றலின் அலகினிருந்து வேறுபடுத்த வேண்டிப் பவுண்டல்-அடி எனப்படுகிறது.

பார்க்க; திருக்கம், அலகமைப்புகள்.

அடி–பவுண்டு (அலகு)

அடி-பவுண்டு என்ற அலகு இரு பரிமாணமுள்ள (Dimension), புவிஈர்ப்பு (Gravitation) சார்ந்த ஆங்கில அலகமைப்பில் பயன்படும் அலகு. இதற்கு இரண்டு வரையறைகள் உண்டு. (1) ஆற்றல் அல்லது வேலையின் அலகு. இஃது ஒரு பவுண்டு விசையானது அது செயல்படும் புள்ளியை ஓரடி இடம்பெயரச் செய்யும் போது நடைபெறும் வேலையின் அளவாகும். இது 1.355818 ஜூலுக்குச் சமம்.

(2) திருக்க (Torque) த்தின் அலகு. ஓர்அடி-பவுண்டு என்பது சுழலச்சிலிருந்து ஓரடி தொலைவில் அதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு பவுண்டு விசை உண்டாக்கும் கோண உந்தத்தின் மாற்ற விகிதம் (Rate of change of angular momentum) ஆகும். சில நேரங்களில் வேலை அல்லது ஆற்றலின் அலகிலிருந்து அதை வேறுபடுத்த பவுண்டு-அடி என வழங்குவதுமுண்டு.

பார்க்க : திருக்கம்.

அடிமானங்கள்

கட்டிடத்தின் அடிப்பகுதி நிலப்பரப்பின் மீது படிய அமைக்கப்படும்; அவ்வாறு நிலத்தின் மீது படிகின்ற கட்டிடத்தின் பகுதியை அடிமானம் என்கிறோம். அதாவது கட்டிடங்களும், ஏனைய கட்டுமானங்களும் அடிமானத்தின் மேல் பூமியில் நிறுத்தப்படுகின்றன. ஒருவகையில் அடிமானம்' என்ற சொல் பூமியையும் பூமியின் மேல் வைக்கப்படும் கட்டுமானப் பகுதியையும் அல்லது அவை இரண்டும் கலந்த தொகுப்பையும் குறிக்கிறது. அடிமானத்தின் மூலம் கட்டிடத்தின் பளு பூமிக்கு மாற்றப்படுகிறது. அடிமானங்கள் மண்ணினால் அல்லது பாறையினால் தாங்கப்படவேண்டும். கட்டிடங்களிலிருந்து வரும் பளுவைப் பொறுத்தும் மண்ணின் தாங்கும் திறனைப் பொறுத்தும் அடிமானங்கள் கணிக்கப்படுகின்றன. அத்துடன் அடிமான வடிவமைப்பின்போது, கட்டிடம் எவ்வளவு ஆழம் படியும் என்பதையும் நிர்ணயித்துக் கொள்ளவேண்டும். அடிமானங்கள் பல வகைப்படும். அவற்றில் முக்கியமாக நடைமுறையில் உள்ளவை:

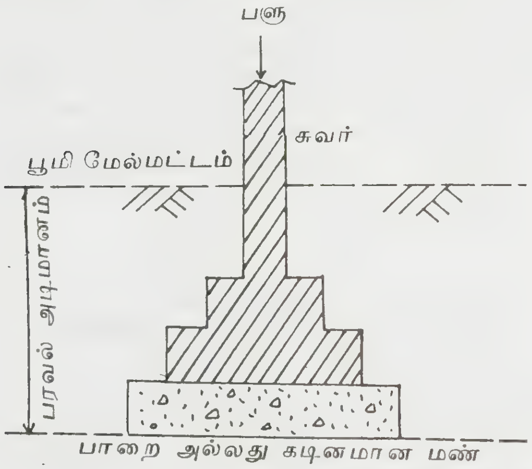
அ) பரவல் அடிமானம் ஆ) தொடர் பரவல் அடிமானம்

இ) பாய் அடிமானம் ஈ) பலகை அடிமானம்

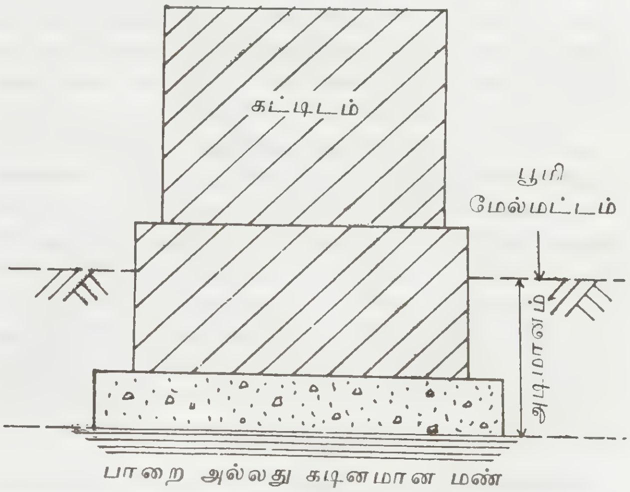
உ) நிலத்தூண் அடிமானம் ஊ) கீழ்க்குமிழ்த் தூண் அடிமானம்

எ) பெட்டிக் கிணறு அடிமானம்

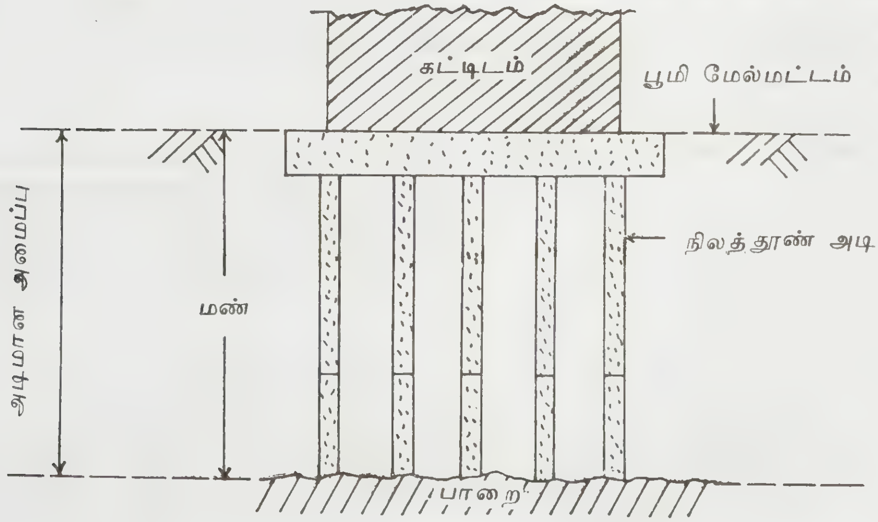
பரவல் அடிமானம்(Footings or Spread Foundations). இவ்வகை அடிமானத்தில் கட்டிடச் சுவர்களின் மூலமும் தூண்களின் மூலமும் வரும் பளு கீழ் உள்ள பூமிக்கு, விரிந்து அல்லது பரவலாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இவை சாதாரண கற்காரை (concrete) அல்லது வலிவூட்டிய கற்காரைகளால் அமைக்கப்படுகின்றன. இவை சதுர, நீண்ட சதுர, வட்ட வடிவங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன.



படம் 1. பரவல் அடிமானம்



படம் 2 தொடர் பரவல் அடிமானம்



படம் 3. நிலத்தூண் அடிமானம்

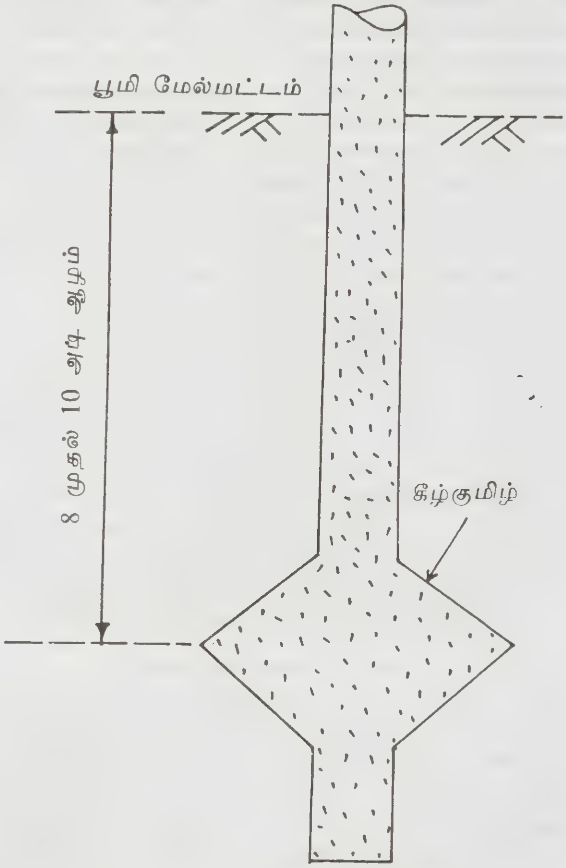
பளு தாங்கும் சுவர்களுக்கடியில் பரவல் அடிமானம் சுவர்களின் முழு நீளத்திற்கும் அமைக்கப்படுவதால் இவை 'தொடர் பரவல் அடிமானம்' எனப்படும். பரவல் அடிமானத்தின் பரப்பளவு கட்டிடத்தின் தூண் அல்லது சுவரில் வரும் பளுவை மண்ணின் காப்புத் தாங்கு திறனால் வகுத்துக் கணக்கிடப்படுகிறது. பெரும்பாலான அடிமானப் பொறியியல் பாட புத்தகங்களில் சிலவகை மண்ணின் 'காப்புத் தாங்குதிறன்' குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும்.

பல தூண்கள் தனித்தனிப் பரவல் அடிமானங்களால் ஆக்கப்பட்டவையானால், அவை தரை உத்திரங்களால் இணைக்கப்பட வேண்டும். இத்தகைய தரை உத்திரங்கள் இடைப்பட்ட சுவரையும் தாங்க வழி செய்கின்றன.

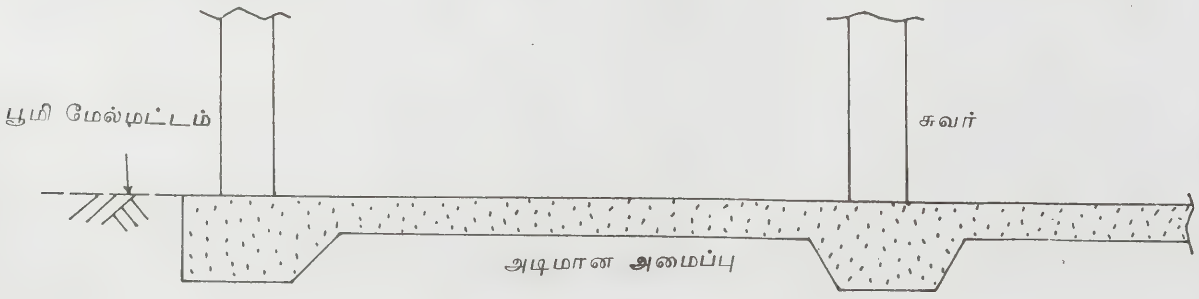
பாய் அடிமானம். பாய் அடிமானம் கனமான, நன்கு இரும்புக் கம்பிகளால் உறுதிப்படுத்தப்பட்ட கற்காரைகளால் ஆன, பாய்போன்று கட்டிடத்தின் முழு பரப்புக்கும் விரிந்து கட்டிடத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலிருந்து வரும் பளுவை நிலத்திற்கு மாற்ற அமைக்கப்படுகிறது இதுவே தரையின் ஆழமான மட்டத்தின் வெளிச்சுவர்களோடு இணைத்து அமைக்கப்படும்போது 'மிதக்கும் அடிமானம்' என அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வகை அடிமான அழைப்பிற்காகத் தோண்டப்படும் மண்ணின் எடையும் கட்டிடத்தின் பளுவும் கூடப் புதிதாக மண்ணுக்கு அழுத்தம் ஏதும் கொடுக்கப்படுவதில்லை. எனவே கட்டிடத்தில் 'படிமானம்' (Settlement) மிகக்குறைவாக ஏற்படும். ஒவ்வொரு தூணுக்கும் தனித்தனியே அமைக்கப்படும் பரவல் அடிமானங்களின் மொத்தப் பரப்பு, கட்டிடப் பரப்பில் பாதிக்குமேல் இருப்பின், பலகை அடிமானங்களே உகந்தவை என்பது பட்டறிவு முடிவு.

பலகை அடிமானம். நெருக்கமாகத் தூண்கள் உள்ள கட்டிடத்திற்கு ஒவ்வொரு தூணுக்கும் தனிதனிப் பரவல் அடிமானம் அமைப்பதற்குப் பதிலாக, எல்லாத் தூண்களுக்கும் சேர்த்து நீளமான பலகை அடிமானம் அமைக்கலாம். ஒவ்வொரு தூணுக்கும் அதன் எடைக்கேற்பப் படிமானம் வேறுபடக்கூடும். மாறுபட்ட படிமானத்தால் கட்டிடத்தில் விரிசல்கள் ஏற்படக்கூடும். பலகை அடிமானம் மாறுபட்ட படிமானம் உண்டாக்கும் வாய்ப்பைக் குறைக்கின்றது.

நிலத்தூண் அடிமானம் (Pile Foundation). கட்டிடத்தின் பளு அதிகமாகவும் மண்ணின் தாங்குதிறன் குறைவாகவும் உள்ள நிலையில் நிலத்தூண் அடிமானம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் கட்டிடத்தின் பளு, மிக ஆழத்தில் இருக்கும் பாறை போன்ற கடினமான பகுதிக்கு வலுப்படுத்தப்பட்ட தூண்கள் மூலம் மாற்றப்படுகிறது. இவை பாரந்தாங்கும் நிலத்தூண்கள் ஆகும். மேலும் பாறை போன்ற கடினமான அமைப்பு இல்லாத வேளைகளில் கட்டிடத்தின் பளு மண்ணுக்கும் கற்காரை நிலத்தூண்களுக்குமிடையே ஏற்படும் உராய்வுத் தன்மை மூலம் பூமிக்கு மாற்றம் பெறுகிறது. இவை உராய்வு நிலத்தூண்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.



படம் 5. கீழ் குமிழ்த்தூண் அடிமானம்



படம் 4. பாய் அடிமானம்

மேலும் சில வகைக்களிமண்கள் தண்ணீருடன் சேரும் போது விரிவடையும் தன்மை கொண்டவையாக இருக்கின்றன. அவை வெப்பத்தால் சுருங்கவும் செய்யும். அப்படிப்பட்ட களிமண் பகுதியில் கட்டிடங்கள் அமைக்கப்பட வேண்டிய நிலையில் கீழ்க்குமிழ் நிலத்தூண் அடிமானம் அமைக்கப்படுகிறது. இந்தக்குமிழ்கள் களிமண் விரிவடையும்போது கட்டிடம் மேல் நோக்கி அசையாமல் இருக்க, நங்கூரம்போல் மண்ணில் ஆழப்பதிந்து துணைபுரிகின்றன. அத்துடன் பளு தாங்கும் பரப்பையும் அதிகப்படுத்துகின்றன.

பெட்டிக்கிணறு அடிமானம். மணற்பாங்கான ஆற்றுப் பகுதிகளில், தரைமீது பெட்டி போன்ற அல்லது வட்டமான கிணறுகள் கட்டப்படுகின்றன. கிணற்றின் அடிமுனை கூராக இருக்கும். உள்ளிருக்கும் மணலைத் தோண்டத் தோண்ட கிணறு கீழே இறங்கும். கிணற்றின் பகுதியை மேலும் கட்டி உயர்த்திக் கொண்டு, இன்னும் கீழே இறக்கப்படும். இறுதியில் நிலத்தடியில் பாறை மட்டம் வரை இறக்கிய பின் உள்ளே கற்காரையை நிரப்பினால் ஒரு கெட்டித் தூண் கிடைக்கின்றது. இத்தகைய கிணற்றுத் தூண்கள் பாலம் போன்ற கட்டுமானங்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. இதுவே பெட்டிக் கிணறு அடிமானம் எனப்படும்.

அ.ஜெ.

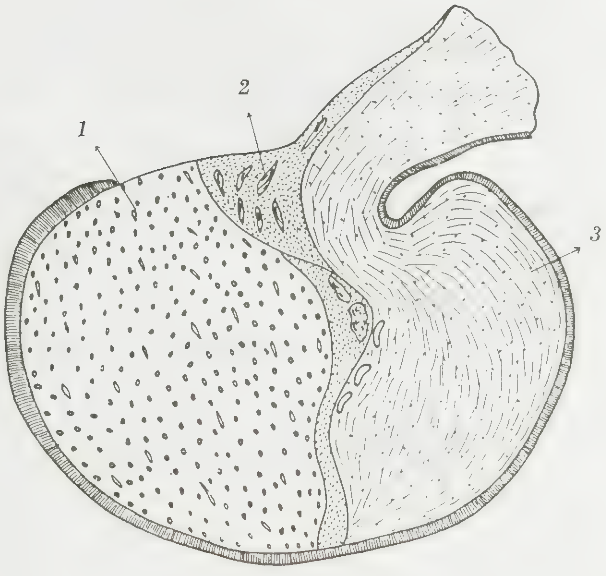
அடிமூளைச் சுரப்பி

இந்நாளமில்லாச் சுரப்பியிலிருந்து (Ductless gland) வெளிப்படும் வெவ்வேறு விதமான ஹார்மோன்கள் (Hormones) மனித உடலிலுள்ள மற்ற சுரப்பி ஒவ்வொன்றையும் ஊக்குவிக்கும் (Stimulate) தன்மையுடையவையாகவும் இருக்கின்றபடியால், இது மற்ற நாளமில்லாச் சுரப்பிகட்கெல்லாம் முதன்மையானதும், தலைமையானதும் (Master gland) ஆகும்.

இச்சுரப்பி அடி மண்டையோட்டின் (Base of skull) நடுப் பாகத்தில் ஆப்பு எலும்பின் (Sphenoid bone) மையக் குழலில் (Hypophyseal fossa) அமைந்துள்ளது. மூளை வெளியுறை என்ற உறுதியான மேல் சவ்வு (Dura mater) இச்சுரப்பியை மூடியிருக்கிறது.

இச்சுரப்பி முட்டை வடிவமான சிவந்த நிற உயிரணுக் கூட்டமாகும். இது 12 மி.மீ. நீளமும், 8 மி.மீ. அகலமும் உடையது. ஏறக்குறைய 500 மி.மீ. எடையுள்ளது. அடிமூளைச் சுரப்பி, மூளையின் உள்ளறையோடு (Hypothalamus) புனல் உருத் தண்டினால் (Infundibular stalk) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

அடிமூளைச் சுரப்பியின் பாகங்கள் :



படம் 1. அடிமூளைச்சுரப்பி

1) முன்மடல் (Anterior lobe)

2) இடைமடல் (Intermediate lobe)

3) பின்மடல் (Posterior lobe)

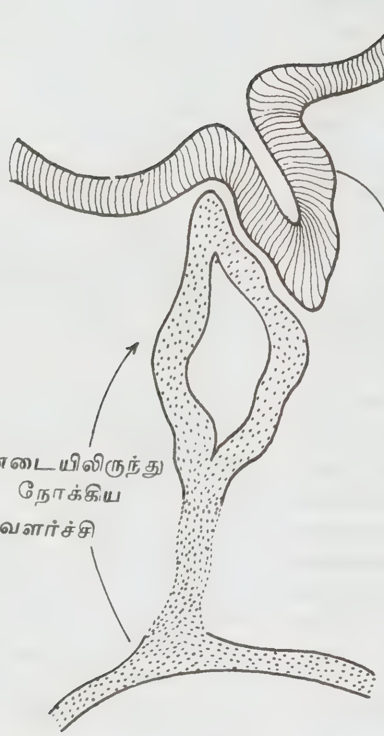
அடிமூளைச் சுரப்பியின் முன்மடல், தொண்டை, இடைமடலைச் சார்ந்த ராத்கி பையின் (Rathke's-pouch) மூளை நடுவுறை (Mesoderm) இடத்திலிருந்து உருவாகிறது.

இச்சுரப்பியின் பின்மடல் மூளையின் உள்ளறைப் பகுதியிலிருந்து உருவாகிறது.

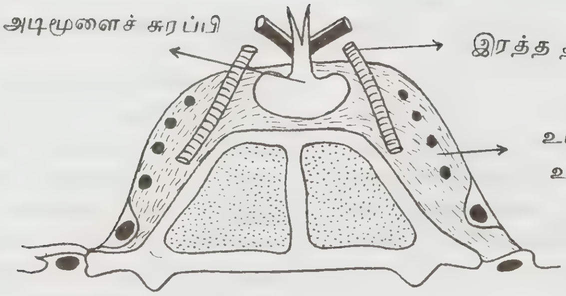
அடிமூளைச் சுரப்பியின் தமனிகள் :

அடிமூளைச் சுரப்பியின் அருகில் அமைந்துள்ள உட்புழை உள் நாளப் பகுதியிலிருந்து (Cavernours sinus) வரும் உள் கரோடிட் தமனி (Internal carotid artery) புனல் உருத்தண்டின் (Infundibular stalk) முன்புறத்திலும், பின்புறத்திலும், மையக்குழிவிலும் கிளைத் தமனிகளைக் கொடுக்கின்றது (Anterior and posterior-Superior hypophyseal Stalk). மற்றும் சுரப்பியின் கீழ்ப் பாகத்திலும் கிளைகள் (Inferior hypophyseal arteries) அமைந்து சுரப்பியின் பிற்பகுதிக்கும், முற்பகுதிக்கும் இரத்தம் செலுத்துகின்றன.

புனல் உருத்தண்டின் பகுதியில் (Infundibular region) அமைந்த தமனிகள் பிறகு சிறு கிளைகளாகப் பிரிந்து, சிறிய மயிரிழை போன்ற தந்துகிகளாகப் (Capillaries) பிரிகின்றன.



படம் 2. அடிமூளைச் சுரப்பியின் மேல் நோக்கிய வளர்ச்சி



படம் 3. அடிமூளைச் சுரப்பியின் வெட்டுத் தோற்றம்

மூளை உள்ளறையிலிருந்து நரம்புக்குரிய சுரப்பியை (Neuro hypophysis) நோக்கி வரும் நரம்பு இழை நார்கள் (Hypo thalamo hypophyseal tract) இணைந்து இருக்கும். இந்த நரம்பு இழை நார்கள் வழியாக மூளையின் உள்ளறையிலிருந்து சுரக்கப்படும் இயக்குநீர் (Neuro-Secretory material) நரம்புக்குரிய சுரப்பியை அடைந்து அதில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

அடிமூளைச் சுரப்பியின் உயிர் அணுக்களின் அமைப்பு
(Micro-Anatomy Cells of Pitutitary Gland)

சுரப்பியின் முன்மடலில் அநேக உயிரணுக்கள் வரிசையாகவும் (Cords), கும்பல் கும்பலாகவும் (Clumps), இரத்த உள் நாளங்களுடன் (Sinusoids) சேர்ந்து அமைந்திருக்கின்றன.

இவ்வுயிர் அணுக்களை இரண்டு விதமாக, அவற்றின் நிறத்தின் அடிப்படையில் பிரிக்கலாம். அவை,

1 நிறமேற்கும் உயிரணுக்கள் (Chromophils)

2 நிறமேற்காத உயிரணுக்கள் (Chromophobes)

நிறமேற்கும் உயிரணுக்களை மேலும் இரண்டு விதமாக அவற்றின் வேதியியல் அடிப்படையில் பிரிக்கலாம்.

1 அமில ஏற்பி உயிரணுக்கள் (Acido phills)

2 கார ஏற்பி உயிரணுக்கள் (Basophils)

இவ்வாறாக, முற்பகுதிச் சுரப்பியின் உயிரணுக்கள் ஒவ்வொரு விதமான ஹார்மோன்களைச் சுரக்கப் பயன்படுகின்றன.

முன்மடல் சுரப்பியின் ஹார்மோன்களும், அதனால் திசுக்களுக்கு விளையும் பயன்களும்

அட்டவணை-1.

ஹார்மோன்கள் Hormones	அடிமூளை முன்மடல் சுரப்பியால் ஊக்குவிக்கப்படும் திசுக்கள் Target	விளைவுகள் Effects
1) உடல் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் ஹார்மோன் (Growth hormone or GH somatotrophic hormone–STH)	உடலின் எல்லாத் திசுக்கள் (All tissues of the body)	உடலின் எல்லாத் திசுக்களையும் வளர்த்தல்
2) கருப்பை, ஆண் உயிர் அணுக்கள் இவற்றைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (Luteinizing Hormone-LH)	அண்டகத்தின் உயிரணுக்கள் (Cells of ovary)	அண்டகத்திலிருந்து உண்டாகும் சினையை (Ovum) வெளிப்படுத்துதல்
	ஆண் விதையின் சில உயிர் அணுக்கள் (Leying cells of testis)	ஆண் இயக்கு நீரை (Testosterone) உண்டாக்குதல்
3) குமிழ்பை உயிர் அணுக்களைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (Follicle stimulating hormone)	அண்டகம் (Ovary) ஆண்விதை (Testis)	பெண் மூட்டையை வளர்த்தல். ஆண் கருவுயிர் நீர்மம் (விந்து) வளர்த்தல்
4) கேடயச் சுரப்பி தூண்டும் ஹார்மோன் (Thyorid stimulating hormone)	கேடயச் சுரப்பி (Thyroid gland)	தைராக்சின் ஹார்மோன் (Thyroxine) சுரத்தல்
5) தாய்ப்பாலைச் சுரக்க வைக்கும் ஹார்மோன் (Lactogenic hormone or prolactin)	மார்பகங்கள் (Mammary gland)	பாலைச் சுரக்கச் செய்தல்
6) அண்ணீரகப் புறணியைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (Adreno cortico trophic hormone-ACTH)	அண்ணீரகப் புறணி (Adrenal cortex)	க்ளுக்கோ கார்டிகாய்ட்ஸ் (Gluco corticoids) என்ற மாவுச்சத்து கலந்த பொருளை உயிர்ச்சத்தாக மாற்றுதல்

அடிமூளைச் சுரப்பியின் இடைப்பகுதியில், சிறுபைகள் (Follicles) போன்ற திசுக்களைக் கொண்டு அமைந்த உயிரணுக்கள் உள்ளன. இவற்றின் மத்தியில் ஒரு கூழ் நிலைப் பொருள் (Colloid) உள்ளது. இச் சுரப்பியின் உயிரணுக்கள் (Melanocytes) மனித உடலில் தோலுக்கு நிறத்தை உண்டுபண்ணுவதாகக் கருதப்படுகிறது.

இடைமடல் சுரப்பியின் ஹார்மோனும், அதனால் திசுக்களுக்கு விளையும் பயனும் :

அட்டவணை — 2

ஹார்மோன் Hormone	அடிமூளை இடைமடல் சுரப்பியால் ஊக்குவிக்கப்படும் திசுக்கள் Target	விளைவுகள் Effects
மனித உடலின் தோல் உயிரணுக்களுக்கு நிறத்தைக் கொடுக்கும் ஹார்மோன் (Melanocyte stimulating hormone)	உடலின் தோல் நிறத்தை உண்டு பண்ணும் உயிரணுக்கள் (Melanocytes)	உடலின் தோலுக்கு நிறத்தை அளித்தல்

அடிமூளைச் சுரப்பியின் பின்மடலில் நரம்புத் திசுவாக (Nervous tissue) அதாவது, நரம்பு இழை நார்களையும் (Nerve fibres), நரம்பு உயிர் அணுக்களையும் (Nerve cells) கொண்ட உறுப்பாக அமைந்துள்ளது. இது மூளையின் உள்ளறையிலிருந்து வரும் தொடர்ச்சியான பாகமாகும். இச்சுரப்பியின் உயிரணுக்கள் இரு விதமான ஹார்மோனைச் சுரக்கின்றன.

2) கேடயச் சுரப்பி ஹார்மோன் (thyrotrophic hormone)

இதனால் கேடயச் சுரப்பி ஊக்குவிக்கப்பட்டுத் தைராக்சின் ஹார்மோன் சுரக்கிறது. தைராக்சின் சராசரி அளவுக்கு மேல் கூடினால் மிகைத் தைராய்டு இயக்க (hyper thyroidism) நோயை உண்டு பண்ணி உடல்

பின் மடல் சுரப்பியின் ஹார்மோன்களும், அதனால் திசுக்களுக்கு விளையும் பயன்களும்

அட்டவணை — 3

ஹார்மோன் Hormone	அடிமூளை பின்மடல் சுரப்பியால் ஊக்குவிக்கப்படும் திசுக்கள் Target	விளைவுகள் Effects
இரத்த நாள இறுக்கி அல்லது சிறுநீர் இறக்க எதிர்ப்பு ஹார்மோன்கள் Vasopressin or) Antidiuretitic Hormone-ADH)	தமனிகள் (Arteries)	இரத்த தமனிகளின் தசையைத் சுருங்க வைத்தல்
	சிறுநீரகம் (Kidney)	தண்ணீரை மீள் உறிஞ்சு தன்மை (Reabsorption of water)
கருப்பையைச் சுருங்கச் செய்யவும், தாய்ப்பாலை வெளிப்படுத்தவும் உதவும் ஹார்மோன் (Oxytocin)	கருப்பை (Uterus) மார்பகங்களில் உள்ள சில தசை உயிரிழைமம் போன்ற உயிரணுக்கள் (Myoepithelial cells)	தாய்ப்பாலை வெளிப்படுத்துதல்

அடிமூளைச் சுரப்பியின் சில ஹார்மோன்களும், தன்மைகளும், அதன் வேறுபாட்டால் விளையும் நோய்களும்

முன்மடல் சுரப்பி :

1) உடல் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் ஹார்மோன் (Growth hormone).

இது எலும்பு வளர்ச்சியையும், தசை வளர்ச்சியையும் ஊக்க உதவுகிறது. பருவம் எய்து முன், இந்த ஹார்மோன் அளவுக்கு மேல் சுரந்தால் இயல்பிற்கு மீறி உயரமாக வளர்ச்சியடைவார்கள் (gigantism). அது போல், பருவம் எய்து முன், இந்த ஹார்மோன் அளவிற்குக் கீழ் சுரந்தால் வளர்ச்சி குன்றியவர் ஆவார்கள் (dwarfism).

நலனைக் கெடுக்கும். அதுபோல், தைராக்சின் சராசரி அளவு இரத்தத்தில் குறைவாக இருந்தாலும் மிக்சடிமா (myxodema) என்ற நோயை உண்டு பண்ணி உடல் நலனைப் பாதிக்கும்.

இடைமடல் சுரப்பி

1 மனித உடலின் தோலில் உள்ள உயிரணுக்களுக்கு நிறத்தை கொடுக்கும் ஹார்மோன். (melanocyte stimulating hormone)

இது மனித் உடலின் தோலில் உள்ள உயிரணுக் களுக்கு நிறத்தை அளிக்க இயலாவிடில் அதனால் தோல் வெளுப்பு நோயை (albinism) விளைவிக்கும்

பிற்பகுதிச் சுரப்பி

இச்சுரப்பியிலிருந்து வரும் ஹார்மோன் (anti diuretic hormone-ADH) சிறுநீரக நுண்குழல்களிலிருந்து (renal tubules) மறுபடியும் தண்ணீரை ஈர்க்கும் சக்தியை (reabsorption of water) இழந்தால், நீரிழிவு என்னும் நோயை (diabetes insipidus) ஏற்படுத்தும்.

ஏ.கி

நூலோதி

1. **Arthur C. Guyton, M.D**, *The Text Book of Medical Physiology* Sixth Edition, IGAKU Shoin/Saunders, W. B. Saunders company, Tokyo-1981.
2. **John R. Brobeck. Ph. D., M. D.**, *Best & Taylor's Physiological Basis of Medical Practice*. Tenth Edition, Williflms & Wilfins Baltimore/London-1981.

அடியுரம்

எருவையும் உரங்களையும் இலாபகரமாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். தகுந்த வகையான உரத்தைத் தக்க முறையில் தேர்ந்தெடுத்து, அதனைத் தகுந்த காலத்தில் இட்டுப் பயிரிட வேண்டும். உரங்களைத் தூவுதல், இடுதல், இலைகளில் தெளித்தல் (Foliar spray) என்ற மூன்று முறைகளில் பயிர்களுக்கு அளிக்கலாம். அடியுரம் இடுதல் (Basal dressing), மேலுரமிடுதல் (Top dressing) எனும் இரு முக்கிய முறைகளில் எரு இடப்படுகிறது. பொதுவாகப் பயிர்களுக்கு இடப்படும் குப்பை எரு, தொழு உரம் போன்றவை பயிர்களை வளர்ப்பதற்கு முன்னால் அடியுரமாக இட்டுப், பின்னர் அதை நன்கு மடக்கி உழுது விடுவது வழக்கம். காய்கறிப் பயிர்களின் நாற்றுகளை நடும்பொழுது அவற்றைச் சுற்றி வட்டமாக அல்லது அரை வட்டமாக உரங்களை இட்டு நடும் வழக்கமும் உள்ளது (Banding). நீர்விட்டுப் பயிர் செய்யும் நெல் வயல்களில் பயிர் செய்வதற்கு முன்பு தழை உரங்களை வேண்டிய அளவு இட்டு, மிதித்து, மண்ணினுள் மக்கச் செய்வது வழக்கம். பொதுவாகப் பயிர்களுக்குத் தேவையான உரங்களில் பாதியை அடியுரமாகவும் மீதியை மேலுரமாகவும் கொடுப்பது வழக்கம். ஒரு செடிக்கு அதனுடைய வளர்ச்சிப் பருவத்தில் குறிப்பாக அதன் தழை வளர்ச்சி நிலையில் (Vegetative stage) அதிக உணவுச் சத்துக்கள் வேண்டியுள்ளன. இப்பருவத்தில் எந்தவகைக் குறைபாடு இருந்தாலும் அது மகசூலைப் பாதிக்கும். அதனால், இப்பருவத்தில் உரமிடுவது மிக அவசியம். இதற்காக அடியுரம் இடுவது என்ற முறை பின்பற்றப் படுகின்றது. இம்முறை முக்கியமானது மட்டுமன்றித் தவிர்க்க முடியாததும் ஆகும். இதற்குப் பதிலாக மேலுரமாக மட்டும் உரமிடுவதால் பயன் மிகுதியாகக் கிடைக்காது. அடியுரம் இடுவது எல்லாப் பயிர்களுக்கும், முக்கியமாக, வயல் பயிர்களுக்கும், தோட்டக்கால் பயிர்களுக்கும் இன்றியமையாத செயல்முறை. மானாவாரிப் பயிர்களுக்கும் குறைந்த அளவு உரங்களைத் தக்க பருவத்தில் இட வேண்டும். அடி உரத்தின் அளவு, பயிர்கள், நிலத்தின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடும்.

அடியுரம் போடுவதால் ஏற்படும் வேதியியல் மாற்றங்கள்

அடியுரத்தில் போடப்படும் தழைச்சத்தில் மிக விரைவில் வேதியியல் மாற்றம் ஏற்பட்டு முதலில் அம்மோனியா உப்புகள் உண்டாகிப், பிறகு செடியினால் எடுத்துக் கொள்ளக் கூடிய நைட்ரேட் உப்புகள் உண்டாகின்றன. அப்படி மாறும்பொழுது நெற்பயிர் அம்மோனியா சத்தையே உபயோகித்துக் கொள்கிறது. நைட்ரேட் உப்பைத் தோட்டக்கால், மானவாரிப் பயிர்கள் எடுத்துக்கொள்ளும் மணிச்சத்தை (Phosphoric acid) அடியுரமாக இடும்பொழுது அது நிலத்தில் அப்படியே நிலைப்படுத்தப்படுகிறது (Fixed). இந்நிலையில் வேர்களின் மூலம் வெளிப்படுகின்ற நீர்மங்கள் (Exudates) செடிகளுக்கு உணவாகின்றன. சாம்பல் சத்தை அடியுரமாக இட்டால் அது எவ்வித மாறுதலும் அடையாமல் அப்படியே பயிர்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

பொதுவாக நுண் ஊட்டங்களை (Micronutrients) அடியுரமாக இடுவதில்லை. இவற்றின் தேவை செடிகளுக்கு மிகக் குறைவு. மேலும் இவற்றை அடியுரமாக இட்டால் மண்ணில் ஏற்படும் மாற்றங்களினால் இவை செடிகளுக்குக் கிடைக்காமல் போகக்கூடும். பொதுவாக இரும்புச்சத்து தவிர மற்ற நுண் ஊட்டங்களைத் தெளித்தல் முறையில் கொடுப்பதுதான் அதிகப் பயன் அளிக்கும்.

பொதுவாகப் பயிர்களுக்கு உரமிடுவதற்கு முன்னால் மண்ணில் அமைந்து கிடக்கும் ஊட்டச்சத்துக்களை மண்பரிசோதனையின் மூலம் அறிந்து, அதற்கேற்பத் தக்க உரமிடுவது அவசியம். பயிர்களுக்குத் தேவையான உரங்களை மட்டுமே இட வேண்டும். தேவையில்லாமல் மிகுதியான உரங்களைப் பயிர்களுக்கு இடுவதால் வீண் செலவு ஏற்படுவதோடல்லாமல் பாதகமான விளைவுகளும் ஏற்படக்கூடும்,

உ.அ

நூலோதி

1. **Daje, J. A.** *Manures and Manuring ICAR, Farm Bull*, New Delhl, No. 7., 5-7, 1957.
2. **Foth, D. Henry.** *Fundamentals of Soil Science*. John Wiley & Sons, New York, p. 337-340, 1984.

3. சுப்பையா முதலியார், வி.டி. *விவசாயமூலம்*. அமுத நிலையம் பிரைவேட் லிமிடெட், சென்னை-18. பக்கங்கள் 113-128, 1959.

4. நல்ல பெருமாள், எஸ். *நிலச் செழுமையும் உர வகைகளும்*, வைரம் பதிப்பகம், சென்னை-5. பக்கங்கள் 52-71, 1968.

5. ராய் சௌத்ரி, எஸ். பி: *நிலமும் மண் வளமும்*. நேஷனல் புக் டிரஸ்ட் இந்தியா, புதுதில்லி. பக்கங்கள் 81-102, 1970.

6. **Samuel L. Tisdale and Wenner L. Nelson,** *Soil Fertility and Fertilizers*, Macmillan Co., New York, pp. 491-543, 1975.

அடி லேம்பர்ட் (அலகு)

அடி-லேம்பர்ட் ஒரு சதுர அடிக்கு $\frac{1}{\pi}$ கேண்டலா பரவியுள்ள ஒளிர்வுக்குச் சமமாகும். ஒரு சதுர அடியில் 144 ச. அங்குலங்கள் அடங்கியிருப்பதால் இஃது ஒரு சதுர அங்குலத்தில் ஒரு சீராகப் பரவி உள்ள ஒளிர்வை 144π என்ற எண்ணால் பெருக்கி வரும் ஒளிர்வு ஆகும். ஓர் அடி-லேம்பர்ட் முழுமையாக விரவுப் பரப்பில் ஒரு சதுர அடிக்கு ஒரு லூமன் ஒளியை வெளிவிடும் அல்லது எதிரொலிக்கும் சீரான ஒளிர்வு எனவும் வரையறுக்கலாம். அடி-லேம்பர்ட் ஒரு சதுர அடி பரப்பின் சராசரி ஒளிர்வு எதிரொலிப்புக்கூறு, அடிவத்தியில் கூறப்படும் ஒளிர்வு ஆகிய இரண்டின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமமாக இருக்கும்.

பார்க்க: அடிவத்தி; லூமன்; ஒளிர்வுச் செறிவு.

அடிவத்தி (அலகு)

ஒரு சதுர அடியை அலகுப் பரப்பாகக் கொண்ட ஒளிர்வின் (Illumination) அலகாகும். இஃது ஒரு ச. அடிப்பரப்பில் ஒரு லூமன் சீராகப் பரவியுள்ளபோது உள்ள ஒளிர்வு ஆகும். சுருக்கமாக ஒரு சதுர அடியில் ஒரு லூமன் பரவியுள்ள ஒளிச் செறிவாகும். இஃது ஒரு கேண்டலா ஒளி மூலத்திலிருந்து சீராக எல்லாத் திசைகளிலும் ஒளி பரவும்போது அந்த ஒளி மூலத்திலிருந்து ஓரடித் தொலைவில் உள்ள புள்ளிகளிலுள்ள ஒளிர்வு ஆகும். அடி வத்தி அமெரிக்க நாடுகளில் பொது வழக்கில் உள்ள ஓரலகாகும்.

பார்க்க: கேண்டலா, ஒளிர்வு.

அடிவானத் தொலைவு

பார்வையாளர் அமைந்துள்ள அடிவான வட்டத்தின் தளத்தில் ஏதாவது ஒரு தொடக்கப் புள்ளியிலிருந்து அளக்கப்படும் கோணத் தொலைவு (Angular distance) அடிவானத் தொலைவு (Azimuth) ஆகும். இது பார்வையாளரின் வான் உச்சி வட்டத்திற்கும் (meridian) பொருள் ஊடே செல்லும் குத்து வட்டத்திற்கும் உள்ள கோணம் (Angle) ஆகும். காண்க: ஆயமுறைகள்; வானியல்; விண்பொருள் சார்கலம் செலுத்த முறை.

வானியலிலும், அளக்கையியல் (Survey) நடைமுறையிலும் நான்கு இயல் திசைப் புள்ளிகளைச் சார்ந்து, அதாவது, வடக்கு, கிழக்கு, தெற்கு, மேற்கு ஆகிய புள்ளிகளைச் சார்ந்து அடிவானத் தொலைவு அளக்கப்படுகிறது. கலம் செலுத்த முறையில் அடிவானத் தொலைவு அடிவானத்தின் வடக்குத் திசையிலிருந்து கிழக்கு முகமாக 0° முதல் 360° வரை அளக்கப்படுகிறது.

அடிவானம்

வானமும் புவியும் தொடுவது போல் தோன்றும் வட்ட வடிவமான கோடு தோற்ற அடிவானம் (Visible Horizon) எனப்படும். அதாவது, இது புவி மேற்பரப்பிலிருந்து பார்வையாளர் பார்க்கக் கூடிய தொலைவின் எல்லையே. இது பார்ப்பவரின் இடத்தைப் பொறுத்தும் அவரது உயரத்தைப் பொறுத்தும் மிகத் தொலைவிலோ அருகிலோ, சீரற்றதாகவோ சீராகவோ தோன்றும்.

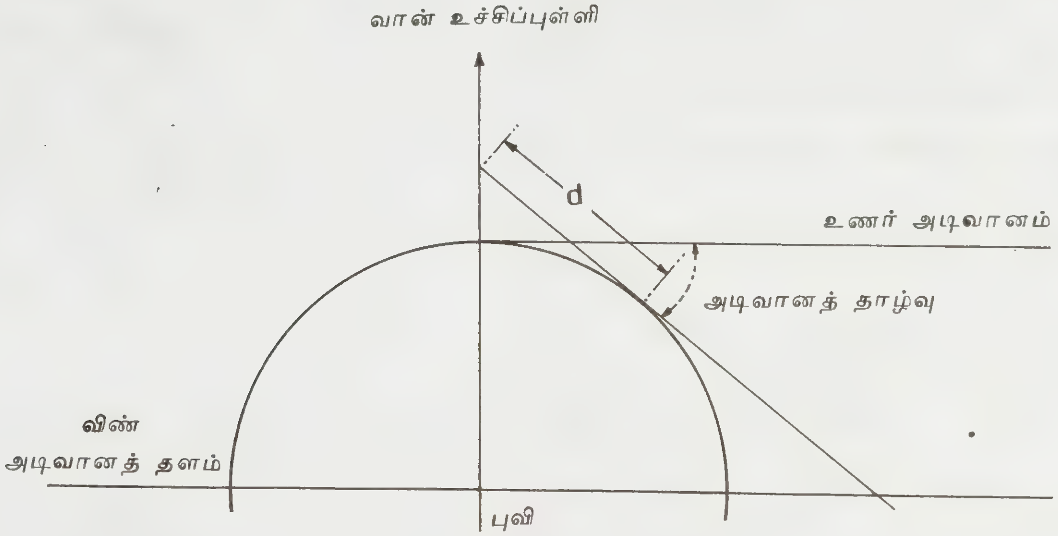
அறிவியல், தொழில்நுட்ப வசதிகளுக்காக மேற்கோள் தளம் (reference plane) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதுவே உணர் அடிவானம் (Sensible Horizon) எனப்படும். இந்தத் தளம் புவி மேற்பரப்பில் உள்ள பார்வையாளரின் புள்ளிக்குத் தொடுதளமாகவும் (Tangent plane), பார்வையாளரின் புள்ளியிலிருந்து புவியின் மையம் வழியாகச் செல்லும் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாகவும் (Perpendicular) அமையும். பார்வையாளரின் உயரம் புவி மேற்பரப்பிற்கு மேலே இருக்கும் போது தோற்ற அடிவானம் இத்தளத்திற்குத் தாழ்ந்து இருக்கும். இத்தளத்திற்கும் பார்வையாளரின் பார்வைக் கோட்டுக்கும் இடையே உள்ள கோணம் அடிவானத் தாழ்வு (Dip of the Horizon) எனப்படும். பார்வையாளரின் உயரம் h அடியாகும்போது அடிவானத்திற்கு உள்ள தொலைவு $D = \sqrt{\frac{3h}{2}}$ கடல் மைல்கள் (nautical miles) ஆகும். அடிவானத் தாழ்வு

$$\triangle = \frac{3438}{3960}\sqrt{\frac{3h}{2}}$$

நொடி. எனவே கடல் மைல்களில் கணக்கிடப்படும் அடிவானத்திற்கு உள்ள தொலைவும் வினாடிகளில் கணக்கிடப்படும் அடிவானத் தாழ்வும் ஏறக்குறையச் சமமாகும். ஏனென்றால்,

$$\triangle = \frac{3438}{3960}\sqrt{\frac{3h}{2}} = \frac{3438}{3960} D \doteq D$$

கடல் மட்டத்திலிருந்து பார்ப்பவருக்கு அடிவானம் சுமார் 4 கி.மீ. தொலைவில் இருக்கும். ஆனால் சுமார் 1600 மீட்டர் உயரமுள்ள மலையில் நின்று பார்ப்பவர்க்கு, சுமார் 153 கி.மீ. தொலைவில் இருக்கும்.



அடிவானம்

வானியியல் அறிஞர்களால் விண் அடிவானம் (Celestial Horizon) வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. இது விண் பொருள்களை வானத்தில் குறிப்பிடுவதற்குப் பயன் படுத்தும் ஆயமுறைகளுக்காகத் தோற்றுவிக் கப்பட்டது. இவ்விண் அடிவானம் என்பது உணர் அடிவானம் போன்றதே. இது வானகோளத்தில் (Celestial Sphere) உள்ள பெரு வட்டம் ஆகும். இவை பார்வையாளர் புள்ளியின் வான் உச்சி (Zenith) வான் கீழ்ப்புள்ளி (Nadir) ஆகியவற்றைத் துருவங்களாகப் பெற்றிருக்கும். விண் அடிவானத்தின் தளம் புவி மையத்தின் வழியாக உணர் அடிவானத்தின் இணை யாகவும் செல்லும். காண்க: ஆயமுறைகள், அடிவானம்.

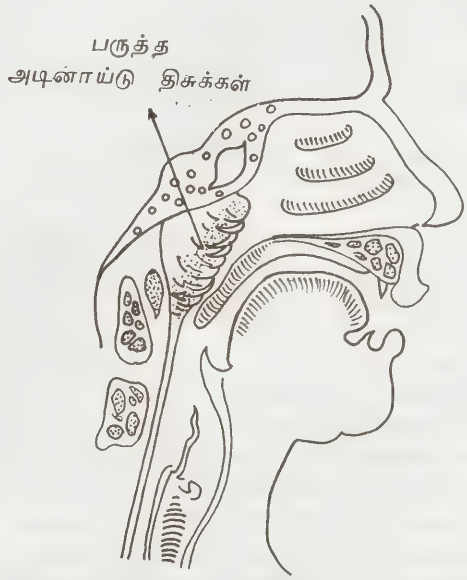
நூலோதி

1. *Encyclopaedia Americana*, Vol - 14, Americana Inc, New york 1978.
2. கலைக் களஞ்சியம், முதல் தொகுதி

அடினாய்டுகள்

கிரேக்க மொழியில் சுரப்பியின் உருவம் என்பது இதன் பொருள். இவை மூக்கைச் சார்ந்த (Naso-pharynx) தொண்டைப் பகுதியிலுள்ள உள் நாக்கைப் (tonsil) போல் பல அடுக்குத் திசுக்களைக் கொண் டவை.

நோய் தொற்றுதல் (infection) காரணமாக அடி னாய்டுகள் உருவில் பெருத்துவிடும். பெரும்பாலும், இப்படிப் பெருத்த அடினாய்டுகளைச் சிறு குழந்தை களிடம் காணலாம். வாயினால் மூச்சுவிடுதல், சளி வடிதல், வறட்டு இருமல், மூக்கினால் பேசுதல், அடி னாய்டு முகத்தோற்றம் (Adenoid facies) எனப்படும் குறிப்பிட்ட ஒருவித மந்தமான முகத்தோற்றம் ஆகி யவை இந்நோயின் அறிகுறிகள். இந்நோயைக் குண மாக்காவிடில் காது கேட்கும் திறன் குறைய வாய்ப்பு உண்டு.



படம் 1. தொண்டையின் நெடுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

உடற்கூற்றியல் (Anatomy)

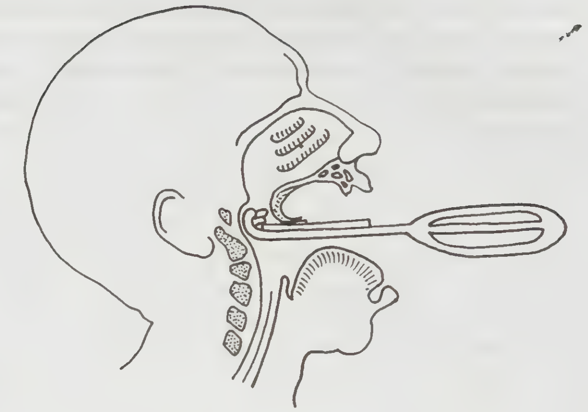
மூக்கைச் சார்ந்த தொண்டைப் பகுதியிலுள்ள உட் சவ்வின் அடியில் நிணத் திசுக்களின் கூட்டங்கள் வரப்பு களைப் போல இணையான மேடுகளாகக் காணப்படும். இங்கே காணப்படும் உட் சவ்வு, பொய் அரும்பு, தோல் மேல் தூண்கள் திசுக்களால் ஆனவை (Pseudo stratified ciliated columnar epithelium). அடினாய்டுகள் காதுக் குழாயைச் (Eustachian tube) சுற்றிலும் கூடி இருக்கும். இவை இளம் வயதில் இருக்கும். வயது ஆக ஆகச் சுருங்கி விடும். நிணநீர்க் கோளங்களில் காணப்படும் உட்செல்லும் குழல்கள் (Afferent channels) அடினாய்டுகளில் இல்லை.

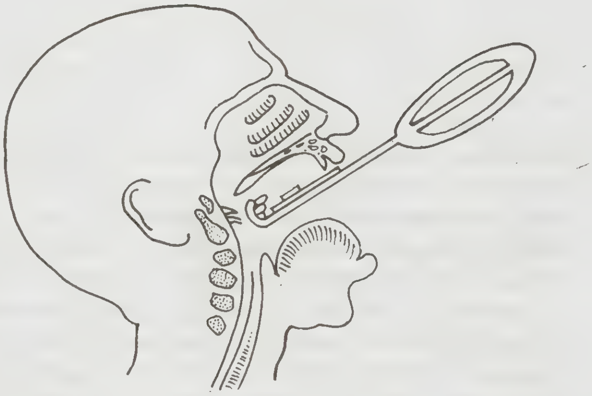
அடினாய்டு திசுக்களின் செயற்பாடுகள் (Functions of Adenoid Tissues)

அடினாய்டு திசுக்கள் உள்ளிழுக்கும் மூச்சுக் காற் றோடு தொடர்பு கொள்ளுகின்றன. அடினாய்டு திசுக் களின் மேலுள்ள மேடான, இணையான வரப்புகள் காற்றிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளை வடிகட்ட உதவு கின்றன. மூக்கைச் சார்ந்த தொண்டையின் நுண் மயிர் போன்ற (Cilia) உறுப்புகள் தங்களின் அசை வினால் மூக்கின் உட்சவ்வின் மேலுள்ள வடிநீரைத் தொண்டைக்குச் செலுத்துகின்றன. இவ்வாறு செய்யும் போது காற்றிலும், மூக்கிலுமுள்ள வடிகட்டிய நுண்ணு யிரிகள் அடினாய்டுகளை அடைகின்றன. இந்த அடி னாய்டுகள் நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்களைத் (Antibodies) தயாரித்து, இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கச் செய் கின்றன. ஆகவே இயற்கையாகவே நோய் எதிர்ப்புத் திறனை (Immunity) மனிதனுக்குத் தருவதில் அடினாய் டுகள் ஒரு முதன்மையான இடம் பெறுகின்றன. பிளவு பட்ட மேல் அண்ணம் (Celate palate) உள்ளவர்களில் அடினாய்டு திசுக்கள் பெருத்திருக்கும். இவை மூக்கைச் சார்ந்த தொண்டையின் அளவைக் குறைத்துப் பேசும் பொழுது மூடி உதவுகின்றன.

அடினாய்டு திசுக்களும் ஹார்மோன்களும் (Adenoid Tissues and Hormones)

இரத்த ஓட்டத்தில் உள்ள அண்ணீரகப் புறணி ஹார் மோன்கள் (Adrenal cortical hormones) அதிகமாய் இருந்தால், அடினாய்டு திசுக்களின் அளவு குறைவாக இருக்கும். மாறாக, அண்ணீரகப் புறணி ஹார்மோன் கள் குறைவாய் இருந்தால், அடினாய்டு திசுக்களின் அளவு அதற்கேற்ப அதிகமாகும். அறுவைச் சிகிச்சை யினாலும், விபத்துகளினாலும் ஏற்படும் காயங்களி னால் உண்டாகும் மன உளைச்சல் (Stress), நிணத் திசுக்களின் அளவு குறையக் காரணமாகிறது. இது வன்றி, ஆணாயினும் சரி, பெண்ணாயினும் சரி, பாலுணர்வு ஹார்மோன்கள் சிறிதளவு நிணத் திசுக் களின் அளவைக் குறைக்கின்றன. இவற்றின் காரண மாகவே, வயது ஏற ஏற அடினாய்டுகள் உருவத்தில் சுருங்கி விடுகின்றன.





படம் 2. 3: அறுவைச் சிகிச்சையின் போது தாம்ஸன்ஸ் அடினாய்டு சுரண்டியைப் பயன்படுத்துதல்

நோய்த்தொற்று (Infection)

பொதுவாக, அதிலும் முதன்மையாகச் சிறு குழந்தை களுக்கு அடினாய்டுகள் மூலம் அடிக்கடி நுண்ணுயிர் களினால் நோய் தொற்றுகிறது. நோய்த் தொற்று ஏற்பட்டால், அடினாய்டுகள் பருத்துவிடும். மேலும் சீழையும், சளியையும் தொண்டைக்கு அனுப்பி, மூக்கின் வழியே மூச்சு விடுதலைத் தடை செய்கின்றன. இந்த மூக்கு அடைப்பு அடினாய்டு முகத்தோற்றத்தை ஏற் படுத்துகிறது. அடினாய்டு முகத்தோற்றம் (Adenoid facies) உள்ளவர்கள் வெறித்த பார்வையுடன் காணப்

படுவார்கள். மேலும், வாயினால் மூச்சுவிட்டுக் கொண்டிருப்பார்கள். அடினாய்டுகளிலிருந்து இந்நோய்த் தொற்று காதுக் குழாய்களுக்கும், அடினாய்டுகளின் அடியில் உள்ள உள் நாக்குக்கும் (Tonsils) பரவக்கூடும். இத்தகைய நோய்த்தொற்றும் மூக்கடைப்பும் மூன்றிலிருந்து 5 வயதுள்ள குழந்தைகளையே மிகவும் பாதிக்கும். ஓர் ஆண்டு வயது வரையுள்ள குழந்தைகளைப் பெரும்பாலும் இது பாதிப்பதில்லை. நோய்த் தொற்றினால் உருப்பெருத்த அடினாய்டுகளை அதற்குரிய கருவிகளின்றிக் காண்பது கடினம். மூக்கின் பிற்பகுதியைக் காணும் கண்ணாடிகள் (Posterior rhinoscopic mirrors) மூலமாகப் பாதிக்கப்பட்ட அடினாய்டுகளைப் பார்க்க முடியும். பயத்தினால், குழந்தைகள் இப்பரிசீலனைக்கு எளிதில் ஒத்துழைப்பதில்லை. ஆகவே இந்த ஒத்துழையாமையால் ஏற்படும் சங்கடத்தைத் தவிர்த்து, அடினாய்டுகளை ஆராயத் தற்காலத்தில் வளையும் தன்மையுள்ள இழைகளாலான, மூக்கையும் தொண்டையையும் உள்நோக்கிக் காணும் கண்ணாடிக் கருவி (Flexible fibroptic nasopharyngoscope) நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

அடினாய்டுகளின் பாதிப்பை எளிதில் கண்டு பிடிக்கவும், அவற்றைப் புகைப்படம் எடுக்கவும், நாடாவில் பதிக்கவும் (Photograph & Video Tape Recording), நோயாளிகளுக்கு இடையூறு இல்லாமல் இவற்றைத் தயாரிக்கவும் இப்புதிய கண்ணாடிக் கருவி உதவுகிறது. மண்டையின் பக்கவாட்டில் எடுக்கும் எக்ஸ் கதிர்ப் படம் (X-Ray) மூலம் மென்மையான திசுக்களின் உருப் பெருக்கத்தைக் காணலாம்.

சிகிச்சை முறை

அடினாய்டை அகற்றுதல் (Adenoidectomy) என்ற அறுவையின் மூலம் பாதிக்கப்பட்ட திசுக்களை அப்புறப் படுத்தி, நோயாளிகளைக் குணப்படுத்தவேண்டும். அடினாய்டுகளின் உருவைக்குறைக்க மூக்குச்சொட்டு மருந்துகளும், நோய்த் தொற்றைக் குணப்படுத்தவும், மூக்கின் கசிதலைக் குறைக்கவும் ஏற்ற நுண்ணுயுர்க்கொல்லிகள் (Antibiotics), இஸ்டமின் எதிர்ப்பிகள் ஆகியவற்றை (Anti Histomines) நோயாளிக்குக் கொடுத்து, தற்காலிக நோய்த் தணிவை அளிக்கலாம். ஆயினும், அறுவையினால் மட்டுமேதான் நோயாளிகளைக் குணப்படுத்த முடியும். அடினாய்டுகளும் உள்நாக்குகளும் ஒன்றை ஒன்று நோய்த் தொற்றி இரண்டுமே பாதிக்கப்படுவதால், இவ்விரண்டு உறுப்புகளையும் அறுவை மூலம் அப்புறப்படுத்தி நோயாளியைக் குணமடையச் செய்ய வேண்டும். செயின்ட் கிளேர் தாம்சன் (St. Clair Thompson) என்பவரால் அடினாய்டுகளின் அறுவைக்கென்றே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சுரண்டியின் (Curette) உதவியினால் அடினாய்டுகள் அப்புறப்படுத்தப் படுகின்றன. அறுவை மருத்துவர் இக்கருவியைக் கையில் வைத்துக் கொண்டு, ஒரே அசைவினால் தொண்டையின் பின்பாகத்திலுள்ள அடினாய்டுகளை வெட்டி எடுத்துவிடுவார். காதுக் குழாயின் வாய்ப்புறத்தைப் பாதிக்காதவாறு அதன் அருகில் காதுக் குழாயைச் சுற்றியுள்ள அடினாய்டு திசுக்களை மட்டுமே கவனத்தோடு எடுத்து விடவேண்டும். அடினாய்டுகளைக் குணப்படுத்துவதற்கு இதுவே வழிமுறையாகும்.

அறுவையினால் ஏற்படக்கூடிய சிக்கல்கள் (Surgical Complications)

அறுவையின் போது ஏற்படக்கூடிய இரத்தப் பெருக்கு மட்டுமின்றி, உள் மூளைத் தமனி (Aberrant course of internal carotid artery) தொண்டைப் பகுதியில் எதிர்பாராத விதமாக இருந்து விட்டால், அளவுக்கு மீறிய இரத்தப்பெருக்கு ஏற்படும். காதுக் குழாயின் வாய்ப்புறத்தில் அறுவையின் போது கவனமின்றிக் காயம் ஏற்படுமானால், காயம் ஏற்பட்ட பகுதியில் வடுத்தோன்றி, காதுக் குழாயின் வாய்ப்புறத்தின் அளவைச் சுருக்கிவிடும். இதனால், நடுச்செவி அழற்சி (Otitis media) ஏற்பட்டு மண்டையினுள் பலவிதமான பாதிப்புகள் ஏற்படலாம். அடினாய்டுகளை அப்புறப் படுத்தியபின், மூன்று நான்கு வாரங்களுக்குக் குணப் படுத்தப்பட்ட நோயாளி மிருதுவான மேலண்ணத்தையும் (Soft Palate) தொண்டையின் பிற்பகுதியையும் ஒருங்கிணைத்துப் பேச ஆரம்பிக்கும் வரை மூக்கின் வழியே பேசுவார்.

அடினாய்டுகளைக் குணப்படுத்தாவிட்டால் காதுக் குழாய் அடைபட்டுப் போகலாம். மூக்கைச் சார்ந்த தொண்டைப் பகுதியிலிருந்து சீழ் உண்டாகி, நடுச் செவியை அடையும். இதனால், காதுப்பறை ஓட்டையாகி (Perforation of tympanic membrane) காது கேளாமலும், காதின் அருகில் உள்ள மாஸ்டாய்டு எலும்பில் அழற்சியும் (Mestoiditis) ஏற்படலாம். அடினாய்டுகளினால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளுக்குப் புத்திகூர்மையும் சுறுசுறுப்பும் குறைவாகவே இருக்கும். ஆதலால், பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளை, அறுவையின் மூலம் அடினாய்டுகளை அகற்றித் திடமாக வாழச் செய்வதே சிறந்த வழி.

பா.இ.

நூலோதி

1. **John Ballantyne & John Groves**, *Scott Brown's Diseases of Ear, Nose and Throat*, Fourth Edition, Publishers, Butterworth's London, Boston.
2. *The Otolaryngologic Clinics of North America*, Feb 1977. *Paediatric Otolaryngology; The Paediatric Clinics of North America*, Nov. 1981. *Paediatric Otolaryngology*.

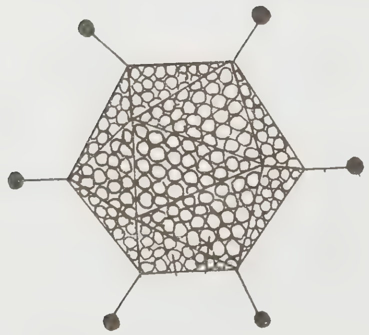
அடினோ அதிநுண்ணுயிர்

அதி நுண்ணுயிர்கள் (Viruses) உயிரினங்களில் மிகவும் சிறியவை. இவை நுண்ணுயிர்களைவிடச் (Bacteria),

சிறியவை. அதி நுண்ணுயிர்கள் பல வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதி நுண்ணுயிர்கள் எல்லாம் மனிதனுக்கு நோய் உண்டாக்கக் கூடியவை. அவற்றில் ஒன்று அடினோ அதி நுண்ணுயிர் ஆகும் (Adeno Viruses).

அடி மூக்குச் சதையில் இருந்து (Adenoid tissue) முதன் முதலில் பிரிக்கப்பட்டு வளர்க்கப்பட்டதால் இதற்கு அடினோ அதி நுண்ணுயிர் என்று பெயர் ஏற்பட்டது.

அடினோ அதி நுண்ணுயிர் 6 பட்டை (Hexogonal) வடிவில் உள்ளது. மின்னணு உருப்பெருக்கி மூலம் பார்த்தால் அதனுடைய விட்ட அளவு சுமார் 100 mμ ஆகும். இதன் நடுவில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியின் உட்கரு (Nucleus) காணப்படுகின்றது. அது டி. என். ஏ (D.N.A-Deoxyribo Nucleic Acid) எனப்படும்.



அதிநுண்ணுயிர் பல்முனை உருவமைப்பு

அடினோ அதிநுண்ணுயிர்களை 80 வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றில் 34 வகை மனிதனுக்கு நோய் உண்டாக்கக் கூடியவை.

ஆய்வுக்கூடத்தில் வளர்க்கும் முறை

அடினோ அதி நுண்ணுயிர்களை வளர்க்க உயிர் உள்ள திசுக்கள் தேவை (Tissue Culture). சோதனைக் கூடத்தில் மனித திசுக்களிலும், குரங்கின் சிறுநீரகத் திசுக்களிலும் அடினோ அதி நுண்ணுயிர்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன. அடினோ அதி நுண்ணுயிர்கள் முதலில் திசுக்களில் உள்ள உயிரணுக்கள் மேல் ஒட்டிக்கொள்கின்றன. பிறகு உயிரணுக்கள் உள்ளே சென்று அவற்றின் உட்கருவில் பல ஆயிரமாகப் பெருகி வெளி வருகின்றன.

அடினோ அதி நுண்ணுயிரின் தன்மை

அடினோ அதி நுண்ணுயிர்கள் 36° செல்சியஸ் வெப்பத்தில் ஏழு நாட்கள் வரை உயிரோடிருக்கும். 4° செல்சியஸில் எழுபது நாட்கள் வரை உயிரோடிருக்கும். ஆனால் 56° செல்சியஸில் இரண்டரை மணித்துளிகளில் (Minutes) அழிக்கப்படுகின்றன.

அடினோ அதி நுண்ணுயிரில் நான்கு வகை ஆன்டிஜன்கள் (Antigens) உள்ளன. அவை ஆன்டிஜன் A, ஆன்டிஜன் B, ஆன்டிஜன் C, ஆன்டிஜன் P எனப்படும்.

அடினோ அதி நுண்ணுயிர்கள் சிவப்பு இரத்த அணுக்களை ஒன்று சேர்க்கும் (Haemogglutination) தன்மை உடையன.

அடினோ அதி நுண்ணுயிர்கள் பரவும் முறை

இவை காற்றின் மூலமாகவும், நோய்வாய்ப்பட்ட பாகங்களைத் தொடுவதின் மூலமாகவும் பரவுகின்றன.

நோய்கள்

1) தீவிர மேல்தொண்டை அழற்சி (Acute Pharyngitis)
2) கண்நோய் (Acute Follicular Conjunctivitis)
3) தீவிர நுரையீரல் நோய் (Acute respiratory disease)
4) நிமோனியா (Pneumonia)
5) விழி வெளிப்படல அழற்சி (Epidemic Kerato Conjunctivitis)
6) சில அடினோ அதி நுண்ணுயிர்கள், ஆம்ஸ்டர் (Hamster) எனப்படும் பிராணிகளில் புற்று உண்டாக்குகின்றன.

மேல்தொண்டை அழற்சி

இதுதான் சாதாரணமாக அதிகமாகக் காணப்படும். காய்ச்சல் (Fever), நீரக்கோப்பு (Coryza), இருமல் (Cough) முதலிய நோய்க் குறிகள் (Symptoms) ஏற்படும்.

தீவிர நுரையீரல் நோய்

இந்த வகையில் காய்ச்சல், இருமல், தலைவலி, தொண்டைக் கமறல் முதலியன ஏற்படும்.

நிமோனியா

நுரையீரல் பாதிக்கப்பட்டுக் காய்ச்சல், இருமல் முதலியன ஏற்படும்.

தீவிரக் கண்நோய்

இது முக்கியமாக வயது வந்தவர்களிடம்தான் காணப்படுகின்றது. முதலில் ஒரு கண் பாதிக்கப்பட்டுப் பிறகு மற்றொரு கண் பாதிக்கப்படுகிறது. கண்கள் சிவந்தும் வீங்கியும் காணப்படும்.

விழி வெளிப்படல அழற்சி

இந்த நோய் ஒரு தொற்று நோய் போல் பரவக் கூடியது. முக்கியமாகப் பற்றவைத்தல் (Welding), ரிவிட்டிங் (Riveting) முதலிய வேலைகளில் ஈடுபட்டி ருப்பவர்களிடம் ஏற்படுகின்றது. ஏனெனில் இவர்கள் தொழிலில், கண் விழி ஒளிப்படலம் (Cornea) எனப்படும் திரையில் சிறு காயங்கள், தூசியினாலோ, சிறு உலோகத் துண்டுகளினாலோ ஏற்பட்டு இப்புண்களின் மூலம் காற்றில் உள்ள அடினோ அதி நுண்ணுயிர்கள் கண்ணில் புகும்.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள்

(1) நோயுற்றவர்கள் உபயோகித்த பொருள்களை நாம் உபயோகிக்காமல் இருப்பது,

(2) நோயுற்றவர்களைத் தொட நேர்ந்தால் கண் முதலிய பாகங்களையும், கைகளையும் சுத்தமாகக் கழுவிக் கொள்வது.

(3) வெல்டிங், ரிவிட்டிங் முதலிய தொழில் செய்வோர் கண் பாதுகாப்புக் கண்ணாடியைக் கட்டாயமாக உபயோகிக்க வேண்டும்.

க.தி.

நூலோதி

Sir Graham Wilson and Heather M. Dick, Topley and Wilson's *Principles of Bacteriology, Virology and Immunity*, Seventh Edition Volume-4 Arnol D-Heinemann, London 1983.

அடினோசின் முப்பாஸ்பேட்

அடினோசின் முப்பாஸ்பேட் (Adenosin Tri phosphate) சேர்மத்தின் மூலக்கூறில் மூன்று விதமான பொருள்கள் உள்ளன. அவை அடினீன் எனும் நைட்ரஜன் - காரம், ரைபோஸ் எனும் சர்க்கரை, பாஸ்பாரிக் அமில எச்சங்கள் (பாஸ்பேட்) ஆகும்.

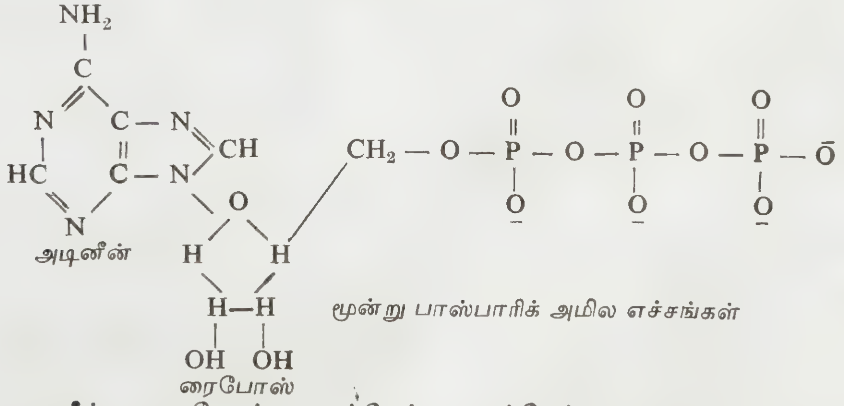
அடினீன், ரைபோஸ் இரண்டும் மட்டும் கொண்ட சேர்மம் அடினோசின் எனப்படும். ஆகவேதான் தலைப்பில் கண்டுள்ள சேர்மத்திற்கு அடினோசின் முப்பாஸ்பேட் என்று பெயர் இடப்பட்டது.

எந்த வேதிச் சேர்மத்தில் நைட்ரஜன் அணு கொண்டுள்ள காரம், சர்க்கரை, பாஸ்பாரிக் அமிலம் ஆகியவை இணைந்துள்ளனவோ, அச்சேர்மம் ''நியூகிளியோடைடு'' (Nucleotide) என்று கூறப்படும். அந்த வரையறைப்படி அடினோசின் முப்பாஸ்பேட் ஒரு ''நியூகிளியோடைடு'' (Nucleotide) ஆகும். மூன்று பாஸ்பாரிக் அமில எச்சங்கள் இருப்பதால் அது ஓர் டிரை (மூன்று) நியூகிளியோடைடு ஆகும்.

உயிர் வேதியியலில், அடினோசின் முப்பாஸ்பேட் (A T P) உடலின் திசுக்களில் ஒவ்வொரு செல்லிலும் இருக்கிறது. தேவையற்ற பொருளை உடல் ஒரு போதும் தொகுத்துச்சேர்த்து வைத்துக்கொள்ளாது. பல வினைகளும், கார்போஹைட்ரேட், புரதம், கொழுப்பினி (Lipid), DNA மூலக்கூறுகளின் தொகுப்பும் இவ்வாற்றல் இல்லாவிடில் நடைபெற மாட்டா. உடலுக்குத் தேவையான ஆற்றலைக் கொடுப்பது ஏ.டி.பி. அதன் அளவு குறைந்துவிட்டால் ஒருவனுடைய உடலில் நடக்கும் வினைகள் சரிவரக் நடைபெறாமல் படிப்படியாக நலிந்து மடிந்துவிடுவான்.

A T P யைப் பெற வேண்டுமானால், நாம் உணவு உட்கொள்ள வேண்டும். உணவின் மூலம் நாம் குளுகோஸ் என்ற சர்க்கரையையும் கொழுப்பு அமிலங்களையும் பெறுகிறோம். இவ் வேதிப்பொருள்கள் - குறிப்பாக குளுகோஸ், ஒவ்வோர் உயிரணுக்குள்ளும் நுழைந்து அங்கு விளங்கும் மைட்டோகாண்டிரியாக்கள் (Mitochondria) என்னும் நுண்ணுறுப்புகளில் ஆக்சிஜனின் உதவி கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன.

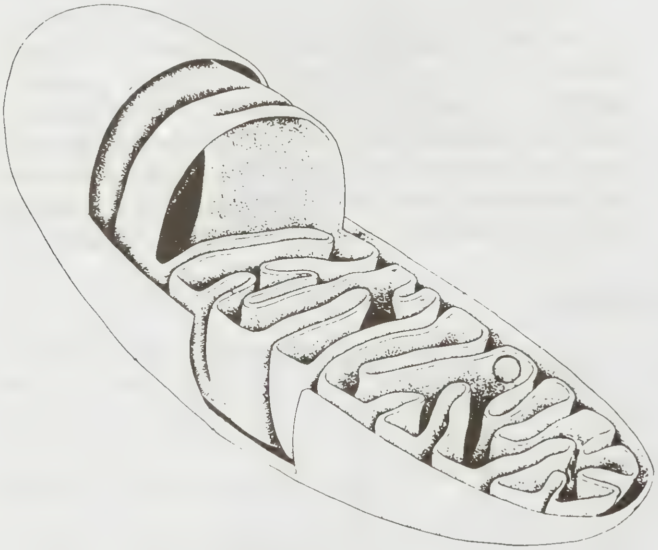
மூலக்கூறின் அமைப்பு



அடினீன் - ரைபோஸ் - பாஸ்பேட் - பாஸ்பேட் - பாஸ்பேட்
அடினோசின்

படம் 1. உயிர்ச்செல் - மைட்டோக்காண்டரியாக்களைக் காண்க

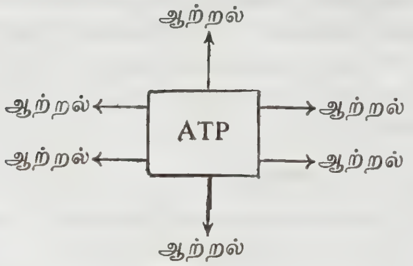
ஆக்சிஜனேற்றம் நடைபெறும்போது வேதிப்பொருள்களினின்றும் அய்ட்ரஜன் அணுக்களும், எலெக்டிரான்களும் படிப்படியாக வெளியேற்றப்பட்டு இறுதியில் ஆக்சிஜனுடன் பிணைக்கப்பட்டு நீராக மாறுகின்றன. இச்செயல் மைட்டோகாண்டிரியாக்களின் உட்சவ்வுகளில் நடைபெறுகின்றது.



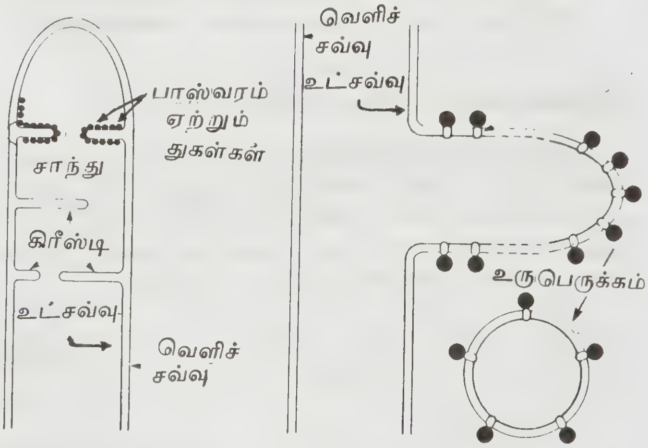
படம் 2. மைட்டோ காண்ட்ரிய உட்சவ்வு உள்மடிப்புள்ளதைக் காண்க.

ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளின் காரணமாக ஆற்றல் உண்டாகிறது. இவ்வாற்றல் வெப்பமாக வெளியே போய்விடாமல் ATP மூலக் கூறுகள் உண்டாக உபயோகமாகிறது. அதாவது அடினோசின் இரு பாஸ்பேட் (ADP) என்ற பொருளும் கனிம பாஸ்பேட்டும் இவ்வாற்றலை உட்கொண்டு, இணைந்து ATP யாக மாறிவிடும்.

ADP + கனிம பாஸ்பேட் $\xrightarrow{\text{ஆக்சிஜனேற்றத்தின் ஆற்றல்}}$ ATP. பின் தேவை ஏற்படும்போது ATP தன்னிடம் அடங்கியுள்ள ஆற்றலை உடலின் வினைகளுக்கு அளித்து விடுகிறது.



ஆக்சிஜனேற்றத்தில் அய்ட்ரஜன் அணுக்களும் எலெக்டிரான்களும் உட்சவ்வில் கடத்தப்பட்டாலும் ATP உண்டாதல் உட் சவ்விலுள்ள கிரீஸ்டி (Cristae) எனப்படும் பலமடிப்புகளில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். இது ''உட்சவ்வுத் துகள்களில்'' (Inner membrane particles) நடக்கிறது. இந்த உட்சவ்வுத் துகள்கள் சிறு தலையும் தண்டும் கொண்டவை.



படம் 3 உட்சவ்வுத் துகள்கள் - துகள்களின் தலையில்தான் ATP தொகுக்கப்படுகிறது.

F_1ATPase எனும் ஊக்கி தலையில் உள்ளது. இவ்வூக்கியின் உதவி கொண்டுதான் ADP எனும் அடினோசின் இரு பாஸ்பேட், கனிம பாஸ்பேட் ஆகிய பொருள்கள் ஆக்சிஜனேற்றத்தில் உண்டாகும் ஆற்றலை உட்கொண்டு ATP யாக மாறிவிடுகின்றன. குறைந்த அளவு 7400 கலோரிகள் ஆற்றல் கிடைத்தால்தான் ADP யும் கனிம பாஸ்பேட்டும் ஒன்றிணையும்.

மைட்டோகாண்டிரியாவுக்குள் உண்டாகும் ATP தானாகச் சவ்வினூடே புகுந்து வெளிவர இயலாது. உட்சவ்விலுள்ள சுமையாளி (Carrier) வேதிப்பொருள் ATP யுடன் சேர்ந்து அதை மைட்டோகாண்டிரியாவுக்கு வெளியே கடத்திவிடும். அப்படி வெளியே வந்த ATP தான் ஒவ்வோர் உயிரணுக்குள்ளும் காணப்படுகிறது. உயிரணுவில் நடக்கும் வினைகட்கு ஆற்றல் தேவைப்பட்டால் அதை ATP கொடுத்துவிடுகிறது.

சில சமயங்களில் ஆக்சிஜனேற்றம் நடைபெறாமலே ATP தொகுத்தல் நடைபெறுகிறது. ஆனால் அளவில் அது மிகவும் குறைவு. எடுத்துக்காட்டாக, குளூகோசின் வளர்சிதை வினை மாற்றத்தில் *1,3* இரு பாஸ்போட் கிளிசரேட் எனும் பொருள் உண்டாகிறது. இப்பொருள் ADP யுடன் வினைப்பட்டு ATP யைக் கொடுக்கிறது.

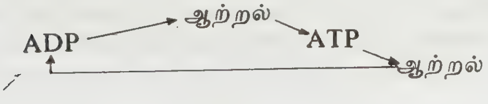
1,3, இரு பாஸ்போ கிளிசரேட் ADP⟶ATP + *3* பாஸ்போ கிளிசரேட் அதே போல் குளூகோசினின்று ATP + *3* பாஸ்போ கிளிசரேட் பாஸ்போ ஈனால் பைரூவேட் எனும் பொருள் உண்டாகிறது. அதுவும் ADPயுடன் வினைப்பட்டு ATPயைக் கொடுக்கிறது.

பாஸ்போ ஈனால் பைரூவேட் + ADP ⟶

ATP + ஈனால் பைரூவேட்

ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளின் மூலம் A.T.P. மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்படுமானால் அதற்கு "ஆக்சிஜனேற்றத்துடன் இணைந்த தொகுப்பு ATP (Oxidative Phosphorylation) என்றும், ஆக்சிஜனேற்றமின்றி ATP தொகுக்கப்படுமாயின் அதற்கு "நியமப் பொருள் மட்டத்தில் தொகுப்பு" (Substrate phosphorylation) என்றும் பெயர். தேவையான அளவு ATP ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளில் தான் கிடைக்கும். தாவரங்களும் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது முதன் முதலில் தொகுக்கும் சேர்மம் ATP தான்.

எப்படி இரத்தத்தின் சிவப்பு அணுக்களிலுள்ள ஹீமோகுளோபின் (Haemoglobin) எனும் நிறமிப் பொருள் (Pigment) நுரையீரலில் ஆக்சிஜனை எடுத்துச் கொண்டு உடலில் எல்லா உயிரணுக்களுக்கும் கொடுத்து விட்டு மறுபடி அதே தொழிலைச் செய்ய நுரையீரலுக்கு வருகிறதோ, அதேபோல் உணவுப் பொருள்களிலுள்ள வேதிப் பொருள்கள், உடலில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையுங்கால் வெளியாகும் ஆற்றலை, ADP எடுத்துக்கொண்டு ATP யாக உருவெடுத்துப் பின் தேவைப்படும் போது, ATP, ஆற்றலை வினைகட்கு அளித்து ADPயாக மாறி விடுகிறது. இது மறுபடி ஆற்றலை உட்கொண்டு ATP யாக மாறும். ஆகவே ATP யை ஆற்றலின் வங்கி எனலாம்.



உணவில் உள்ள வேதிப் பொருள்களின் ஆக்சிஜனேற்றத்தினால் ATP மிகுந்த அளவில் உண்டாவதால் உணவு உட்கொண்டவுடன் ATP யின் செறிவு அதிகமாகிவிடும். அப்பொழுது அது தசையிலுள்ள கிரியாடின் என்ற பொருளுடன் வினைப்பட்டுக் கிரியாடின் பாஸ்பேட் என்ற சேர்மம் உண்டாகிறது.

ATP கிரியாடின் $\xrightarrow[\text{(After food)}]{\text{உண்ட நிலை}}$ ADP + கிரியாடின்

பாஸ்பேட் தசையில் கிரியாடின் பாஸ்பேட்டைக் கண்டு பிடித்த பெருமை இந்திய அறிவியலறிஞர் எல்லபிரகட சுப்பாராவைச் சாரும். ஃபிஸ்கே என்பவருடன் சேர்ந்து இந்த அறிவியலறிஞர் கிரியாடின் பாஸ்பேட் பொருளைப் பற்றி மிகுந்த ஆராய்ச்சி செய்துள்ளார். கிரியாடின் பாஸ்பேட்டும் ATP யைப் போல் ஓர் ஆற்றல் நிறைந்த பொருள். அதுமட்டுமன்றி இதை ஓர் ஆற்றல் கிடங்கு (Energy reservoir) எனலாம்.

கிரியாடின் பாஸ்பேட்+ADP $\xrightarrow{\text{பட்டினி நிலை}}$ கிரியாடின்+ATP

கிரியாடின் பாஸ்பேட் S-அடினோசைல் மெத்தயோனின், அசிடைல் COA(Acetyl COA) *1,3* இரு பாஸ்போ கிளிசரேட் (*1,3* Diphospho glycerate), பாஸ்போ ஈனால் பைரூவேட் (Phospho Enol pyruvate) அமினோ அமில அடினைலேட் முதலிய சேர்மங்கள் ஆற்றல் நிறைந்த பொருள்கள். இவற்றுள் தலையாய சேர்மம் ATP-யே ஆகும்.

ஓர் ATP மூலக்கூறு, நீராற் பகுக்கப்படும்போது சுமார் 7,400 கலோரிகள் சக்தி வெளிப்படுகிறது. நீராற் பகுத்தல் (Hydrolysis) என்றால் நீருடன் வினை புரிதல். ATP + H_2O — ADP + Pi + 7,400 கலோரிகள். இவ்வினைக்கு ATP ase எனும் நொதி (Enzyme) தேவை. ATP இடமிருந்து ஆற்றல் பெறுவதற்கு இது ஒரு வழியாகும்.

மற்றொரு முறையில் ATP-யில் பாஸ்பேட் தொகுதி, வேறு ஒரு பொருளுக்கு மாற்றப்படும்போது (Group transfer potential) ஆற்றல் கிடைக்கும். இதைத் தொகுதி மாறிக் கிடைக்கும் ஆற்றல் என்பர். எம்முறையானாலும் சரி, ATP ஆற்றலைக் கொடுக்கும் பொருள் என்பது உண்மை. ஆற்றலை அளித்த பின்னர் சில வினைகளில் ATP, ADP-யாகவும், வேறு சில வினைகளில் அடினோசின் ஒற்றைப் பாஸ்பேட் (AMP) டாகவும் மாறலாம்.

ATP ⟶ ADP + Pi ஆற்றல்

ATP ⟶ AMP + PPi பைரோபாஸ்பேட் + ஆற்றல்

முதலில் குறிப்பிட்ட வினை, அதாவது நீராற் பகுத்தல் "உந்தப்பட்ட கடத்தல்" (Active transport) எனும்

செயலுக்குச் சக்தியை அளிக்கிறது. வழக்கமாக ஒரு பொருள் அதிக செறிவுள்ள இடத்திலிருந்து குறைந்த செறிவுள்ள இடத்தை நோக்கிச் செல்லும். இது தான் இயற்கையின் நியதி. ஆனால், உடலில், பல சமயங்களில் குறைந்த செறிவுள்ள இடத்தில் இருந்து அதிக செறிவுள்ள இடத்தை நோக்கிப் பொருள்களை உந்தித் தள்ளவேண்டும். இதுவே உந்தப்பட்ட கடத்தல் எனப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, குளுகோஸ், அடினோ அமிலங்கள் உயிரணுக்குள் செல்ல உந்தப்பட வேண்டும். அதற்கான ஆற்றலை ATP நீராற் பகுத்தலின் மூலம் கொடுக்கிறது. மேலும் தசைகளின் உயிரணுக்களும் நரம்புகளின் உயிரணுக்களும் செயலாற்றும் போது அதிக அளவு சோடியம் அயனிகள் உயிரணுக்குள் புகுந்து உடலிலுள்ள மின் சக்தியின் (Bio Electricity) தன்மையை மாற்றிவிடும். அப்படி உட்சென்றசோடியத்தைப் பழையபடி உயிரணுக்குள்ளிருந்து வெளியேற்றச் சோடியம் பம்ப் (Sodium pump) என்ற வினை நடைபெறுகிறது. சோடியம் ஏற்றத்திற்கு வேண்டிய ஆற்றலும் ATPயை நீராற் பகுத்தலின் மூலமே கிடைக்கிறது. சுவாசித்தல் சரியானபடி நடக்காவிட்டால் ஆக்சிஜன் குறைவு ஏற்படும். அதனால் ஆக்சிஜனேற்ற வினைகள் தடைப்பட்டு ATP தொகுத்தல் குறையும். அந்நிலையில் சோடியம் ஏற்றம் சரியான முறையில் இயங்காது.

ATP யின் ஆற்றல் கொண்டுதான் தசைகள் (Muscles) சுருங்குகின்றன. மயோசின் (Myosin), ஆக்டின் (Actin) என்ற புரதங்கள் தசையில் உள்ளன. மயோசின், கனமான மெரோமயோசின், இலேசான மெரோமயோசின் என இரு வகைப்படும். கனமான மெரோமயோசின் தலைப்பாகத்தில் ATP ase ஊக்கி உள்ளது. இதன் உதவி கொண்டு ATP நீராற் பகுக்கப்பட்டு ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இவ்வாற்றலைப் பெற்று மயோசின் தசை நார்ப்புரத இழையும், ஆக்டின் தசை நார்ப்புரத இழையும் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து கொள்ளும். அவ்வமயம் ஆக்டின் இழைகள் மயோசின் இழைகளுக்கிடையே தற்காலிகமாகப் புகுந்து விடும். தசை நார்களின் அகலம் இதனால் குறைந்து தசை சுருங்குறகிது. கனத்த மெரோமயோசினின் தலைப் பாகத்திலுள்ள ATP ase ஊக்கி, ATP உடன் தொடர்பு கொள்ள வேண்டுமானால் கால்சியம் அயனிகள் தேவை. கால்சியம் அயனிகள் இருந்தால்தான் தசைகள் சுருங்கும். கால்சியம் அயனிகள் குறைந்துவிட்டால் மேற்கூறிய வினைகள் எதிராக நடைபெற்றுச் சுருங்கிய தசைகள் விரிந்துவிடும். ஒருவன் இறந்துவிட்டால் அவனது உடலில் ATP இருக்காது. ஆகவே அவனது தசைகள் சுருங்கி விரியும் தன்மையை இழந்து எப்போதுமே விறைத்த நிலையில் இருக்கும். இதையே 'இறந்தபின் விறைத்தல்' (Rigor mortis) என்பர்.

நரம்புகள் உணர்வுகளைக் கடத்துவதற்கும் ATP யின் ஆற்றல் தேவை. நரம்புகளின் வழியே உயிர் மின் சாரம் பாய்வதன் மூலம் உணர்வுகள் ஓரிடத்தினின்று மற்றோரிடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. ஏதாவதொரு முறையில் நரம்பானது தூண்டப்படுங்கால் அசிடைல் கோலின் (Acetyl choline) என்ற பொருள் நரம்புகளில் உண்டாகி நரம்பு உயிரணுக்குள் அதிக அளவு சோடியம் எந்த உயிரணுக்குள் சென்றாலும் அவ்வுயிரணுவை இயக்கிவிடும். உயிர் மின் சக்தியின் தன்மை (Bio-electricity) மாற்றப்படுவதே இதற்குக் காரணம். பின்னர், உட்புகுந்த சோடியம் வெளியேற்றப்படவேண்டும். இதற்கு ATP யின் ஆற்றல் தேவை. நரம்பில், தொடர்ந்து சோடியம் உட்புகுதலும் வெளியேற்றப்படுதலும் நடைபெற்று, எதிர் மின் ஆற்றல் அலைமூலம் (Wave of negative electricity) உணர்வுகள் கடத்தப்படுகின்றன.

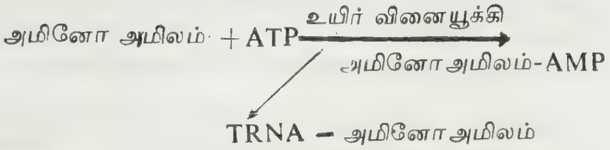
உடலில் சில வினைகள் தாமாகவே இயங்கும். இவற்றிற்கு "ஆற்றலை அளிக்கும் வினைகள்" (Endergonic reaction) என்று பெயர். இவ்வினைகளை மலையின் உச்சியிலிருந்து ஒரு கல் தானாகவே கீழே உருண்டு விழுவதற்கு ஒப்பிடலாம். ஆனால் பல வினைகள் தாமாக இயங்க முடியாது. அவற்றிற்கு "ஆற்றலைப் பெறும் வினைகள்" என்று பெயர். இவ்வினைகளை மலையின் அடிவாரத்திலிருந்து ஒரு கல்லை மலையின் உச்சியை நோக்கித் தள்ளுவதற்கு ஒப்பிடலாம். பெரும் மூலக்கூறு வடிவமைப்பைப் பெற்ற பல சேர்மங்கள் உடலில் தொகுக்கப்பட வேண்டுமானால் தேவையான ஆற்றலை அளித்தால்தான் அத்தொகுப்பு நடைபெறும். ஆகவே கார்போஹைட்ரேட், புரதம், கொழுப்பினி (Lipid), நியூக்ளிக் அமிலங்கள் ஆகியவற்றின் தொகுப்பிற்கு ATP தேவை, நம் உடலில் குளுகோசிலிருந்து கிளைகோஜன் எனும் கார்போஹைட்ரேட் கல்லீரலிலும் தசைகளிலும் தொகுக்கப்பட்டுச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இவ்வினை நடைபெற வேண்டுமானால் குளுகோஸ், முதற்கண் குளுகோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற வேண்டும். அதன் பின் தான் பல வினைகள் நடைபெற்று கிளைகோஜன் உண்டாகிறது.

குளுகோஸ்→குளுகோஸ் பாஸ்பேட்→கிளைகோஜன்

குளுகோஸ், ATP யுடன் வினைப்பட்டால் தான் குளுகோஸ்-6-பாஸ்பேட் உண்டாகும். மேலும், கிளைகோஜன் உண்டாகும் ஒரு வினைக்கு UTP எனும் ஆற்றல் நிரம்பிய சேர்மமும் தேவை. UTP இல்லாவிடிலும் கிளைகோஜன் தொகுப்பு நடைபெறாது. ATP யிலிருந்து சுலபமாக UTP யையும் அடையலாம்.

$$ATP + UDP = UTP + ADP$$

புரதம்தயாரித்தலில்தேவைப்படும் அடினோ அமிலங்கள் TRNA-க்களுடன் இணைக்கப்பட வேண்டும். ஒவ்வோர் அமினோ அமிலமும் ATP யுடன் இணைந்து அமினோ அமில அடினைலேட்டாக மாறினால் தான் அவை TRNA அமினோ அமிலமாக மாற முடியும்.



மேலும் புரதம் தொகுக்கப்பட மிகவும் முக்கியமான மற்றோர் ஆற்றல் வாய்ந்த பொருள் GTP. இதையும் ATP யினின்று எளிதில் பெறலாம்.

$$ATP + GDP \longrightarrow GTP + ADP$$

கொழுப்பமிலங்கள், கொலஸ்டிரால், பாஸ்போ, கொழுப்பீனிகள், புயூரின் பிரிமிடீன் சேர்மங்கள் DNA, RNA மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்பட வேண்டு மாயினும் ATP தேவை.

எங்ஙனம் பல பெரும் மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்பட ATP யின் ஆற்றல் தேவையோ அதே போல் பல வளர் சிதை வினைமாற்றங்களுக்கும் (Metabolic changes) ATP வேண்டும். குளூகோஸ் உடலில் சிதைவினை மாற்றமடைந்து (Catabolism) உபயோகப் படுத்தப்பட வேண்டுமானால் அது, முதல் வினையாக A T P யுடன் வினைப்பட்டு குளூகோஸ்- 6-பாஸ்பேட் டாக மாறவேண்டும். (கிளைகோஜன் தொகுப்பிற்கும் இது தான் முதல் வினை). இவ்வினை நடைபெறா விட்டால் குளூகோஸ் உடலில் இருந்தும் அதனால் யாதொரு பயனும் கிடையாது. மாறாக நோயை உண்டாக்கி விடும்.

குளூகோஸ் ATP குளூகோஸ்-6-பாஸ்பேட். அதே போல் ஃப்ரக்டோஸ் - 6 - பாஸ்பேட் உடலில் உப யோகப்படுத்தப்பட ஃப்ரக்டோஸ் 1,6 இரு பாஸ்பேட் டாக மாறவேண்டும்.

ஃப்ரக்டோஸ் - 6-பாஸ்பேட் $\frac{ATP}{1,6}$ ஃப்ரக்டோஸ் இருபாஸ்பேட்

இதே போலக் கொழுப்பமிலங்களில் சிதைவினை மாற்றத்திற்குத் தலையாய வினை, கொழுப்பமிலம் ATP,COA ஆகியவற்றுடன் வினைப்பட்டுக் கொழுப் பமில COA எனும் பெறுதியாக (Derivative) மாறு வதே.

கொழுப்பமிலம் + ATP + COA ⟶ AMP + கொழுப்பமில பைரோபாஸ்பேட்

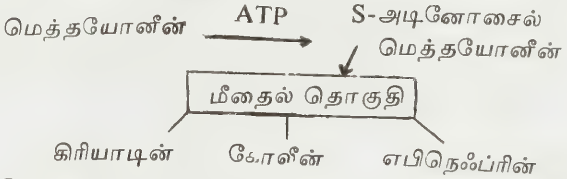
பொதுப்படையாகக் குளூகோசினின்றும் நம் தசை, ஈரல், சிறுநீரகம், மூளை ஆகியவை ஆற்றலைப் பெற்றாலும் இதயம் கொழுப்பமிலங்களையே விரும்புகிறது. ஆகவே இதயத்தின் திசுவோ, வேறு திசுக்களோ, கொழுப்பமி லங்களிலிருந்து ஆற்றலைப் பெற வேண்டுமானால் முதற்கண் மேற்குறிப்பிட்ட வினை நடைபெற்று ATP யின் உதவி கொண்டு கொழுப்பமில COA உண்டாக வேண்டும். இவ்வினை நடைபெறாவிட்டால் கொழுப் பமிலங்களினின்று நமக்கு ஆற்றல் கிடைக்காது.

உடலில் மற்றொரு முக்கியமான நியூகிளியோடைடு, வளைய AMP (Cyclic AMP) என்பது. இச்சேர்மத் தையே எபிநெஃப்ரின், குளூக்கான், பாராதைராய்டு போன்ற ஊக்கிகள் தங்கள் கட்டளைகளை நிறைவேற் றும் தூதுவனாக உபயோகப்படுத்தித் தங்கள் வினை களை ஆற்றுகின்றன. அதன் காரணமாக இவ்வளைய AMPக்கு இரண்டாம் தூதுவன் (Second messenger) என்ற பெயர் உண்டு. வளைய AMP இல்லை என்றால் பல ஊக்கிகளின் செயல்கள் நடைபெறாமல் பலவித மான நோய்கள் ஏற்படலாம். இவ்வளைய AMP உண் டாகவும் ATP தேவை.

ATP $\xrightarrow{\text{அடினைலேட் வளைவாக்கி}}$ வளைய AMP

DNA, RNA முதலிய பெரும் சேர்மங்கள் தொகுக்கப் பட ATP வேண்டும் என முன் குறிப்பிடப்பட்டது. அதைத்தவிர DNA தொகுத்தலின் போது அது சிறு சிறு துண்டுகளாகத் தான் முதலில் உண்டாகிறது. இத்துண்டுகட்கு ஒகசாகி துண்டுகள் (Okasaki pieces) என்று பெயர். இச்சிறு சிறு DNA துண்டுகள் DNA லைகேஸ் எனும் ஊக்கியின் உதவி கொண்டு ஒன்றி ணைக்கப்படுகின்றன. இவ்வூக்கி செயல்படவும் ATP தேவை. ATP இல்லாவிடில் DNA துண்டுகள் ஒன் றிணையமல் முழுமையானDNA மூலக்கூறுஉண்டாகாது போய் விடும். ஏற்கெனவேயுள்ள DNA மூலக்கூறுகளின் இழைகளில்ஏதாவது பிளவுகள் ஏற்படுமாயின் அவற்றை யும் ஒழுங்குபடுத்த ATP யும் லைகேசும் தேவை.

மெத்தயோனீன் என்ற அமினோ அமிலத்தின் சில முக்கிய வினைகட்கும் ATP தேவை. மெத்த யோனீன், சில வினைகட்குத் தன் மீதைல் தொகுதி யைக் கொடுக்கவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாகக் கிரியா டின் உண்டாதல், கோலின், எபிநெஃபிரின் ஆகிய வற்றின் தொகுப்பு. மெத்தயோனீன் மூலக்கூறில் மீதைல் தொகுதி இருந்த போதிலும் அத்தொகுதியைக் கொடுப்பதற்கு மெத்தயோனீன் S - அமினோசைல் மெத்தயோனீன் எனும் சேர்மமாக மாறவேண்டும். அதற்கு ATP தேவை.



மேற்கூறிய பல வினைகள், அதாவது உந்தப்பட்ட கடத்தல், தசைகளின் சுருங்குதல், நரம்புகளின் இயக் கம், பல பெரிய மூலக்கூறுகளின் தொகுப்பு, பல சேர் மங்களின் சிதைவினை மாற்றம், வளைய AMP, S-அடி னோசைல் மெத்தயோனீன் ஆகியவற்றின் தொகுப்பு, DNA துண்டுகளை ஒன்றிணைத்தல், DNA பிளவு களைச் சீராக்குதல் முதலியவை ATP யினாலேயே நடைபெறுகின்றன. அவற்றைத் தவிர கல்லீரலில் அமினோ அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தின்போது உண்டாகிற அம்மோனியா எனும் நச்சுப் பொருள் இரத்தத்தில் கலவாது. யூரியாவாக மாறும் வினைக்கும் ATP தேவை. இவ்வினைக்கு கிரெப்ஸ்-ஹான்ஸ்வீட் யூரியா என்று பெயர்.

தொடர்ந்து ATP யை நமக்கு அளிக்கவே எல்லாத் திசுக்களிலும் ''மூன்று கார்பாக்சி அமில வளைய வினைகள்'' (Tri carboxylic acid cycle) எப்பொழுதும் நடந்து கொண்டே இருக்கின்றன. இவ்வினைகளின் வாயிலாக ஒவ்வொரு குளூகோஸ் கூறிலிருந்தும் 38 ATP மூலக் கூறுகள் உண்டாகின்றன. 1 மூலக்கூறு ATP யிலிருந்து சுமார் 7400 கலோரிகட்குச் சமமான ஆற்றல் கிடைக்கும் ஆகவே 1 மூலக்கூறு குளூகோசிலிருந்து 38 ATP க்கள் அதாவது 38×7400 கலோரிகள் ஆற்றல் கிடைக்கும். கொழுப்பமிலமும் ஆற்றலைக் கொடுக்க வல்லது. 1 மூலக்கூறு பால்மிடிக் அமிலத்திலிருந்து 129 ATP மூலக்கூறுகள் கிடைக்கும். அதாவது 129×7400 கலோரிகள் அளவு ஆற்றல். ATP வாயிலாக ஆற்றல் பெறுவதற்காகவே நாம் உணவை உட்கொள்கிறோம். உணவின் மூலமே ''குளூகோஸ், கொழுப்பமிலங்கள்'' ஆகியவை உடலுக்குக் கிடைக்கின்றன. அவை ஆக்சிசனேற்றமடையும் போது தான் ATP உண்டாகிறது.

சி. இ.

நூலோதி

1. **Lehninger, A.C.** *Bio-Chemistry*. Kalyani Publishers, Ludhiana, 2nd edn., 1979.

2. **Martin, Jr D.W. Mayes P. A. and Rodwell V. W.,** *Harper's Review of Biochemistry* Large Medical Publications, California, 19th edn., 1983.

3. **Ramakrishnan, S., Prasanna, K. G. and Rajan, R.** *Text Book of Medical Biochemistry*, Orient Longmans, Madras, 1980. Reprinted 1982.

4. **டாக்டர் சி. இராமகிருஷ்ணன்,** *உயிர் வேதியியல் நூல்*, தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம், தஞ்சாவூர்.

5. **White, A, Handler, P., Smith, E.L, Hill, R. L. and Lehman I. R.** *Principles of Biochemistry*, McGraw-Hill, Kogakusha Ltd., Tokyo, 6th edn., 1978.

அடுக்கமைவு

இயற்கையில் காணப்படும் நிலம், காடு, பாலைவனம், குளம் போன்ற எந்த ஒரு சூழ்நிலையை நுட்பமாக ஆராய்ந்தாலும், அவை கண்களுக்குப் புலப்படாத நிலையில் அடுக்குகளாக அமைந்து இருப்பதைக் காணலாம். ஒவ்வோர் அடுக்கிலும் ஒளி, வெப்பம், வளிமங்களின் விழுக்காடு ஊட்டச்சத்துக்கள் (Nutrients) போன்ற உயிரற்ற காரணிகள், மேலும் உயிரினங்களின் அளவுகள், தன்மைகள் போன்றவை ஒரே சீராக இல்லாமல் வேறுபடுகின்றன. சூழ்நிலை அமைப்பின் (ecosystem) இயக்கத்திலும் அடுக்கு முறை காணப்படுகிறது. இத்தகைய அடுக்கமைவு (stratification) முறையில் தாவரங்களும் விலங்கினங்களும் அமைவதால், அவை தங்களுக்கிடையே உள்ள உயிர்ப் போராட்டத்தின் போட்டியைத் தவிர்த்துத் தங்கள் சந்ததிகளைத் தக்கவைத்துக் கொள்ள முடிகிறது.

சூழ்நிலை அமைப்புகளின் அடுக்கு முறையை ஒரு எடுத்துக்காட்டின் மூலமாக விளக்கலாம். கோடை காலத்தில் குளம் ஒன்றில் குளித்துக்கொண்டிருக்கும் மனிதன் சுற்றுப்புற வெப்பத்தின் அளவைக் கொண்டுள்ள நீரின் மேற்பரப்பில் வெப்பம் அதிகமாகவும், சற்று ஆழமான பகுதியில் குறைந்தும், அடித்தளத்தில் குளிர்ந்தும் இருப்பதை உணர்கிறான். வெப்ப அளவானது செங்குத்து முறையில் அடுக்கமைவில் (Vertical stratification) மாறுபடுவதே இதற்குக் காரணமாகும். தவிரவும், நீர் வெப்பத்தை எளிதில் உட்கவர்ந்து அரிதில் கடத்தும் தன்மையைக் கொண்டிருப்பதும் மற்றொரு காரணமாகும். இவ்வாறே பல்வேறு காரணிகளும் சூழ்நிலையில் வேறுபடுவதாலும், உயிரினங்களின் இயக்கத்தாலும், சூழ்நிலை அமைப்புகளில் அடுக்கமைவு காணப்படுகிறது.

அடுக்கமைவு வகைகள்

சூழ்நிலை அமைப்பில் அடுக்கமைவுகள் கிடை நிலை அடுக்கமைவிலும் (Horizontal stratification) செங்குத்து அடுக்கமைவிலும் அமைந்துள்ளன. இவற்றுள் செங்குத்து அடுக்கு முறையே எளிதில் காணப்படுகிறது.

இயற்கைச் சூழலில் நீர் காற்று ஆகிய இருவகையான ஊடகங்கள் (Media) உள்ளன. ஆகவே, அது நிலச் சூழலியல் (Terrestrial ecology), நீர்ச் சூழலியல் (Aquatic ecology) என இரு வகையாகப் பகுத்து அறியப்படுகிறது. இதன்படி நிலச் சூழலில் காற்றும், நீர்ச் சூழலில் நீரும் இருபெரும் அடிப்படைப் பொருள்களாக அமைகின்றன. இந்த அடிப்படைப் பொருள்களைப் பொறுத்தே உயிரற்றகாரணிகள் சூழ்நிலை அமைப்பின் பல்வேறு அடுக்குகளில் குன்றியும் அதிகரித்தும், பல வகையான மாற்றங்களை அடைந்தும், எத்தன்மையைக் கொள்ளாமலும் அமைகின்றன. உயிரற்ற காரணிகளைப் பொறுத்தே தாவரங்கள் அமைவதாலும் தாவரங்களின் தன்மையைப் பொறுத்தே விலங்குகள் அமைவதாலும் உயிரினங்களும் அடுக்குகளாக அமைகின்றன.

நிலச்சூழ்நிலை அமைப்பின் வகைகள்

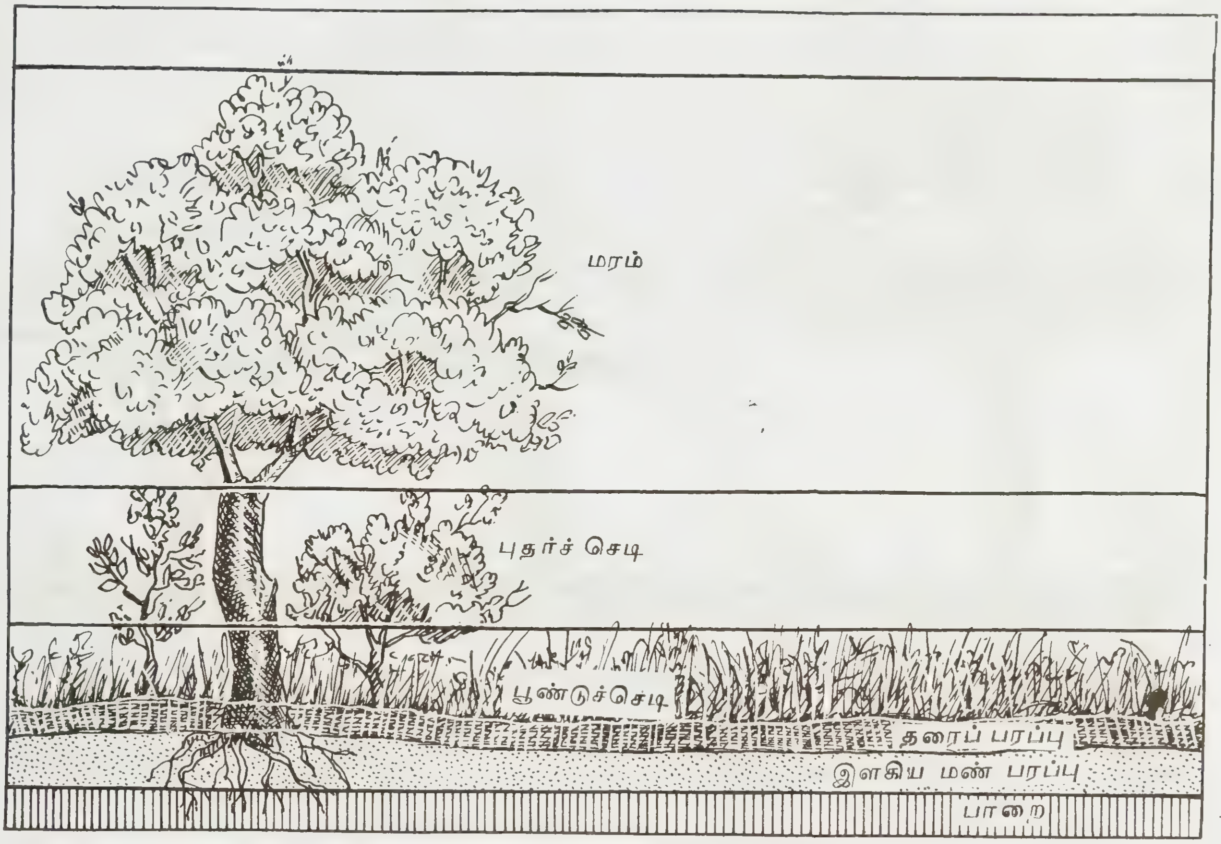
நிலத்தில் காணப்படும் சூழ்நிலை அமைப்புகள் வாழ்விடத்தைப் பொறுத்து வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு; காட்டுச் சூழ்நிலை அமைப்பு (Forest ecosystem), பாலைச் சூழ்நிலை அமைப்பு (Desert ecosystem), புல்வெளிச் சூழ்நிலை அமைப்பு (Grassland ecosystem) என்பன.

நீர்ச்சூழ்நிலை அமைப்பின் வகைகள்

நீர்ச்சூழ்நிலை அமைப்புகளை குளச் சூழ்நிலை (Pond ecosystem), ஆற்றுச்சூழ்நிலைஅமைப்பு(Riverecosystem)

கடல் சூழ்நிலை அமைப்பு (Marine ecosystem) எனப் பகுத்து அறியலாம்.

கீழே அமைந்திருக்கும் பாறைப் பகுதி எனப் பல்வேறு அடுக்குகள் காணப்படுகின்றன.



படம் 1 நிலப்பரப்பில் அடுக்கமைவு

நிலப்பரப்பில் அடுக்கமைவு

நிலப்பரப்பில் அடுக்கமைவு பொதுவாக மூன்று நிலைகளில் காணப்படும். அவை தாவரங்களின் அடுக்கு, தலைப்பரப்பு (Floor), வேர்கள் ஊடுருவும் அடிநிலம் (Subterranean land) ஆகியவை. இத்தகைய அடுக்கு முறையைக் கூம்புத் தாவரக் காடுகளில் (Coniferous forests) காண்கிறோம். மிகச்சிக்கலான அடுக்கமைவு முறை வெப்ப மண்டல மழைக் காடுகளில் (Tropical rain forests) காணப்படுகிறது. அதாவது, மிக உயர்ந்த மரங்கள் அடர்ந்த அடுக்கும், உயர்ந்த மரங்கள் அடர்ந்த அடுக்கும், உயரம் குறைந்த மரங்கள் அடர்ந்த அடுக்கும் உள்ளன. இந்த அடுக்குகளுக்குக் கீழே புதர்ச் செடிகள் (Shrubs), சிறு செடிகள் (Herbs), தரையில் வளரும் பூவாத் தாவரங்கள் (Cryptogamic Plants) என்பன மேலும் பல அடுக்குகளில் அமைந்திருக்கின்றன. மேற்கூறியவற்றைத் தவிர, வேர்கள் செல்லும் பகுதி கூடப் பல அடுக்குகளாகக் காணப்படுகிறது. இறந்து பட்ட உயிரினங்களின் திசுக்கள் சிதைவடைந்து மறு படியும் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும் தன்மையில் அமைந்துள்ள லிட்டர் (letter) எனப்படும் அடுக்கு, சிறிய அளவில் கிடைக்கும் தாதுப் பொருள்கள், மேலும் உப்புச் சத்துக்கள் காணப்படும் அடுக்கு, அனைத்துக்கும்

தரைக்கு அடியில் செல்லும் வேர்கள் கூட அடுக்கமைவை ஒத்து அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பெரிய மரங்களின் வேர்கள் ஆழமாக ஊடுருவிக் கீழ்ப் பரப்பில் அமைந்தும், சிறிய செடிகளின் வேர்கள் அதற்கும் மேற்பரப்பில் அமைந்தும், அடுக்கமைவினைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இத்தகைய அமைப்பு முறையில் ஒரே இடத்தில் காணப்படும் தாவரங்கள் தங்களுக்குப் போதிய அளவு உணவுப் பொருள்களைப் பெறுவதுடன் தங்களுக்குள் உயிர்ப் போராட்டம் நிகழாதவாறு பார்த்துக்கொள்ளுகின்றன.

தாவரங்களின் அமைப்பு, அவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள காரணிகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் அவற்றின் இயக்கத்தால் சூழ்நிலை அமைப்பின் தன்மையும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. ஆகவே, தாவரங்களும் சூழ்நிலைக் காரணிகளும் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்திருக்கின்றன. இதைத் தவிரவும், தாவரங்கள் அடுக்கு முறையில் அமைந்திருப்பதாலும், விலங்கினங்கள் தாவரங்களைச் சார்ந்திருப்பதாலும், ஒவ்வொரு சமுதாயச் சூழ்நிலை அமைப்பு (Community ecosystem) விலங்கினங்களும் அடுக்கமைவு முறையில் காணப்படுகின்றன. ஓர் அடுக்கில் காணப்படும் விலங்கினங்கள்

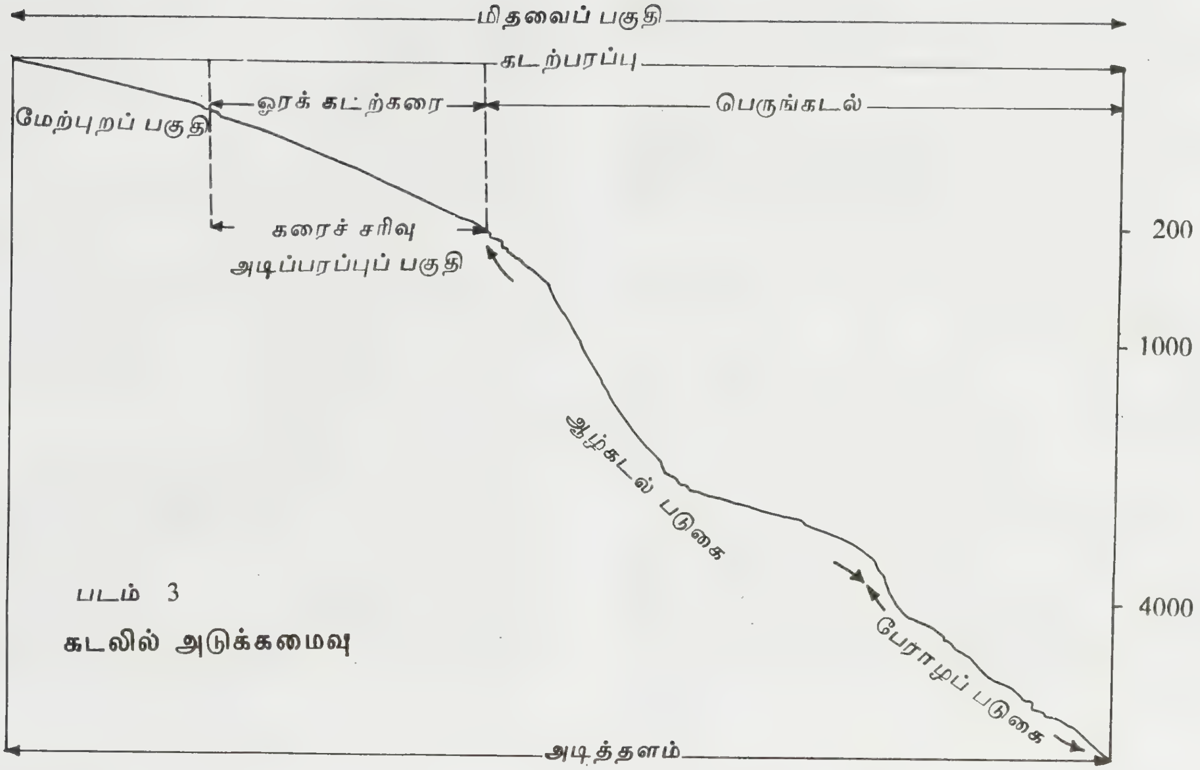
படம் 2 **வேர்களில் அடுக்கமைவு**

மற்றோர் அடுக்கில் காணப்படுவதில்லை. எடுத்துக் காட்டாக, தரைப்பரப்பில் சில விலங்குகளும், தரைக்கு அடியில் வேறுவகை விலங்குகளும், உயர் மரங்களின் அடுக்குகளில் மற்றும் சில விலங்கினங்களும் காணப்படு கின்றன. மரங்களின் இலை அடுக்கில் பறவைகள், குரங்குகள், வௌவால்கள் போன்ற விலங்குகளும், புதர்ச் செடிகளில் நத்தைகள், பாம்புகள் போன்ற பூச்சி இனங்களும், புல் செடிகளில், பூச்சியினங்கள், சிலந்தி கள், மண் அடுக்குகளில் பாக்டீரியாக்கள் (Bacteria), பூஞ்சைகள் (Fungi), ஓரணுவுயிர்கள் (Protozoans), பூச்சிகளின் இளவுயிரிகள், புழுக்கள், கொறிக்கும் விலங்குகள் (Rodents) எனப்படும் பாலூட்டிகள், ஊர்வன (Reptiles) ஆகியவையும் காணப்படுகின்றன.

கடலில் அடுக்கமைவு

மற்ற நீர்நிலைகளைப் போல் அல்லாமல் கடல் மிக ஆழமாக இருப்பதால் பல வழிகளில் இது தனித்தன் மையுடன் விளங்குகிறது. கடற்சூழல், மிதக்கும் அல்லது நீந்தும் விலங்குகள் நிறைந்த நீர்பரப்புப் பகுதி (Pelagic region), அடித்தளப் பகுதி (Benthic region) என இரு பெரும் பிரிவுகளைக் கொண்டது. நீர்ப் பரப்புப் பகுதி நீர் சூழ்ந்த பகுதியாகவும், கரையை ஒட்டிப் பல்வேறு ஆழங்களில் காணப்படும் பகுதி அடித் தளமாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கரையைச் சார்ந்த கடற்பகுதி பல்வேறு மட்டங்களில் அங்கங்கே காணப் படும் சூழ்நிலைத் தன்மையைப் பொறுத்துப் பாகு படுத்தப்பட்டுப் பல அடுக்குகளாக அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். கடற்கரையை ஒட்டிய அடித்தளத்தை மேற்பரப்பிலிருந்து ஏறக்குறைய 200 மீட்டர் ஆழம் வரை கரையோரக் கடற்கரை அடித்தளப்பகுதி (littoral zone) எனக் கூறுவர். இந்த அடுக்கை மேலும் பகுத்து, மேற்புறப் பகுதி (Eulittoral zone), கீழே உள்ள கரைச் சரிவடிப் பரப்புப் பகுதி (Sublittoral zone) எனப் பிரிப் பர். இதற்குக் கீழே காணப்படும் அடித்தளம் ஆழ்கடல் (Deep sea) என அழைக்கப்படுகிறது. ஆழ்கடல் பகுதி, படுகைப் பகுதி (Archibenthic zone), பேராழப் படுகைப் பகுதி (Abyssal benthic zone) என மேலும் பிரிக்கப்பட் டுள்ளது ஆழ்கடல் படுகைப் பகுதி 200 மீட்டர் ஆழத் திலிருந்து தோராயமாக 1100 மீட்டர் ஆழம் வரை யிலும், அதற்குக் கீழே அமைந்துள்ள பேராழப்படுகைப் பகுதி அடிப்பரப்பு வரையிலும் பரவியுள்ளது (படம் 3).

இதைத் தவிரக் கடல் படுக்கை நிலையிலும் அடுக் கமைவுடன் விளங்குகிறது. ஓரக்கடற்கரைப் பகுதி (Neritic zone), திறந்த கடல் பகுதி. அல்லது பெருங்



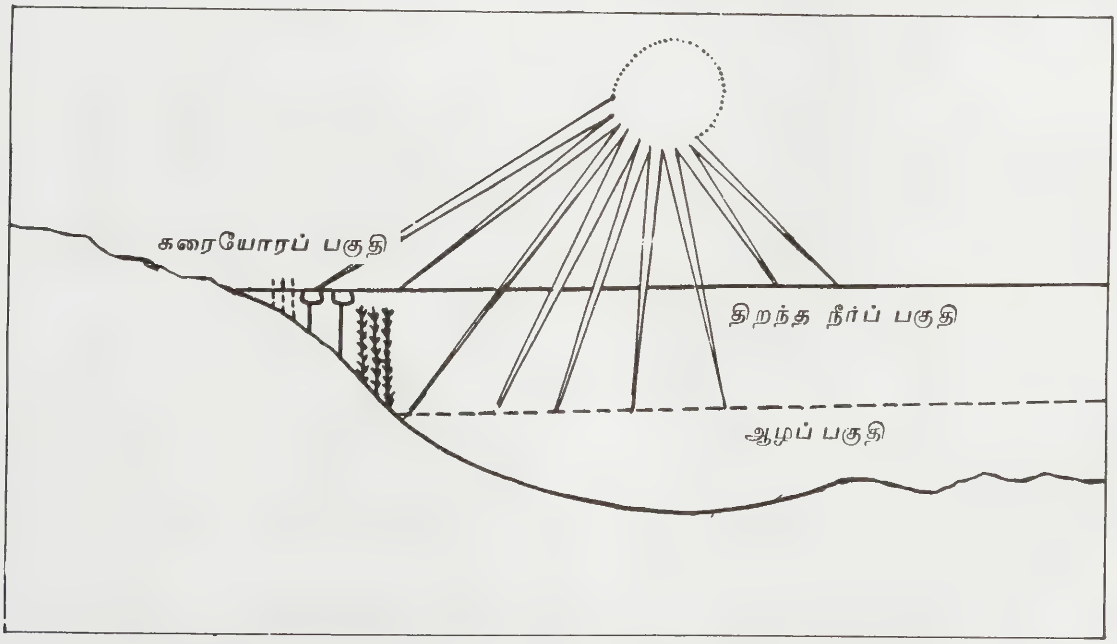
படம் 3

கடலில் அடுக்கமைவு

கடற் பகுதி (Oceanic province) எனப் பகுத்தறியப் பட்டுள்ளது. ஓரக் கடற்கரைப் பகுதி 200 மீட்டர் ஆழத்தில் கரையோரக் கடற்கரை அடித்தளப் பகுதி யை ஒட்டி அமைந்துள்ளது.

ஏரி, குளங்களில் (நன்னீர் நிலைகள்) அடுக்கமைவு

கடலில் அடுக்கமைவு இருப்பது போலவே, ஏரி, குளம் போன்ற ஆழம் குறைந்த நன்னீர் வாழிடங்களிலும் (Fresh water habitats) மூன்று பகுதிகள் இருப்பதைக்



படம் 4 **ஒளியினால் ஏரியில் அடுக்கமைவு**

காணலாம். இவற்றினை, கரை ஓரப்பகுதி (Littoral zone), திறந்த நீர்ப்பகுதி (Limnetic zone), ஆழப்பகுதி (Profundal zone) எனக் கூறுவர் (படம் 4).

ஏரிகளுக்கும் குளங்களுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டைச் சரிவர வரையறுத்துக் கூறமுடியாது. குறிப்பாகச் சொல்ல வேண்டுமானால் மூன்றாவதாகச் சொல்லப் பட்ட ஆழப்பகுதி (Profundal zone) என்னும் அடுக்கு குளங்களில் காணப்படுவதில்லை.

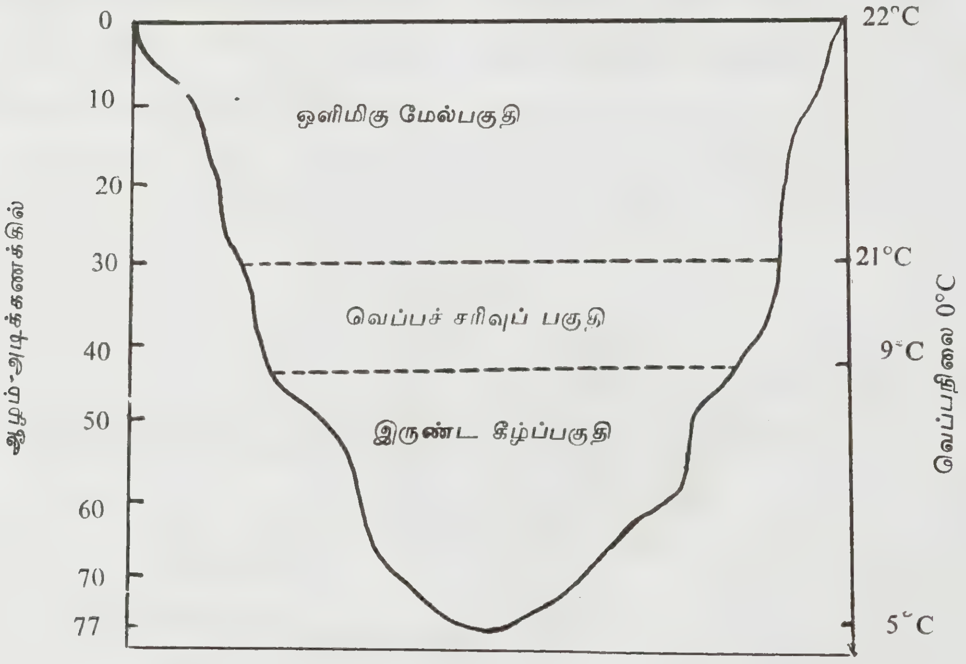
நீர்நிலைகளில் வெப்ப அடுக்கமைவு (Thermal stratification in aquatic systems)

ஏரி போன்ற நீர் நிலைகளில் வெப்ப அளவு சீராக இருப்பதில்லை. பருவ காலங்களில் வெப்ப அளவு பெருமளவில் மாறுதலை அடைகிறது. குறிப்பாக, மிதவெப்ப நாடுகளின் (Temperate countries) சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலையின் வெப்பம் குளிர் காலங்களில் 0°C அளவை அடைந்து விடுவதால் , நீர்நிலைகளில் மேற் பரப்பு பனிக்கட்டிகளாக உறைந்து விடுகின்றது. இந்த அடுக்கிற்கு அடுத்த மட்டத்தில் நீரின் வெப்ப அளவு 2°C எனவும், அடித்தளத்தில் 4°C எனவும் இருப்பதால் வெப்ப அடுக்கமைவு உண்டாகிறது.

கோடை காலங்களில், மேற்கூறிய சூற்நிலை அமைப் புகளில் மேற்பரப்பு வெப்பம் 22°C முதல் 25°C வரை உயர்ந்துவிடுகிறது. அடுத்த மட்டத்தில் வெப்ப அளவு 9°C முதல் 21°C ஆகவும், அடிமட்டங்களில் 5°C ஆக வும் குறைகிறது. இந்த நிலையிலும் வெப்ப அடுக் கமைவு இருப்பதைக் காண்கிறோம். இக்காலங்களில் மேற்பரப்பை ஒளிமிகு மேல்பகுதி (Epilimnion) எனவும், நடுப்பரப்பை வெப்பச் சரிவுப் பகுதி (Thermocline) எனவும், கீழ்ப்பரப்பை இருண்ட கீழ்ப்பகுதி (Hypolimnion) எனவும் கூறுவர். குறிப்பாக, நடுப்பரப்பில் வெப்ப அளவு பெரிய அளவில் மாறுபடுவதைக் காண்க. மற்ற காலங்களில் வெப்ப அடுக்கமைவு காணப்படு வதில்லை. இத்தகைய வெப்ப அடுக்கமைவினை நிலச் சூழ்நிலை அமைப்புகளில் காண முடியாது.

நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனின் அடுக்கமைவு

வெப்ப அடுக்கமைவு ஏற்படுவதால் நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனும் அடுக்கமைவு நிலையை அடைகிறது. அதாவது, வெப்ப அடுக்கமைவு ஏற்படும் காலங்களில் நீர்ச் சுழற்சி இல்லாமையால், ஆக்ஸிஜன் சீராகக் கரைய வாய்ப்பில்லை. ஆகவே, அடுக்கமைவு நிலையை அடைகிறது. வெப்ப அடுக்கமைவு சிதறும் காலங்களில்



படம் 5 ஏரிகளில் வெப்ப அடுக்குகள்

நீர்ச் சுழற்சி நடைபெறுவதால், ஆக்ஸிஜன் சீராகக் கடத்தப்படுகிறது.

நீர், காற்று ஆகியவற்றின் அழுத்தம் ஊடகத்தின் தன்மையைப் பொறுத்தே அமைகிறது. காற்று மண்டலத்தில் மேலே போகப் போக அழுத்தத்தின் அளவு குறைவதும், நீரின் அடியிலே தொடர்ந்து அதிகரிப்பதும் நாம் அறிந்ததே. கடல் மட்டத்திலிருந்து நிலப்பரப்பில் ஒவ்வோர் 330மீ. உயரத்திற்கும் 25 மில்லிமீட்டர் பாதரச அளவில் (Mercury level) அழுத்தம் குறைகிறது. நீர் நிலையின் ஆழத்தில் ஒவ்வொரு 10 மீட்டக்கும். 760 மில்லி மீட்டர் பாதரச அளவில் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. ஆகவே இரு பெரும் சூழ்நிலை அமைப்புகளில் அழுத்தத்தின் காரணத்தால் செங்குத்தான அடுக்குமுறை அமைவதைக் காண்கிறோம்.

நீர்நிலைகளில் ஒளி அடுக்கமைவு (Stratification based on light penetration)

இதைத் தவிர, ஒளியின் அளவிலும் நீர் நிலைகளில் அடுக்கு முறையைக் காண இயலும். மேற்பரப்பில் இருந்து ஒளி நீர் நிலைகளின் வழியே ஊடுருவும் போது பெருமளவில் மாற்றம் அடைகிறது. நீர் நிலையின் பல்வேறு அடுக்குகளில் உயிரினங்களும் உயிரற்ற பொருள்களும் ஒளியின் நிறக்கதிர்களை உட்கவர்வதால் ஒளி பெரும் அளவில் சிதறிப் பல அடுக்குகளில் அளவில் மாறுதலை அடைகிறது. ஒளியின் அளவு தொடர்ச்சியாக மாறுபட்டு அடுக்கமைவு முறை உண்டாகிறது. நீரின் வழியே ஊடுருவும் போது ஒளி பெருமளவில் சேதம் அடைவதால், கீழ்ப் பகுதிகளில் அது மிகக் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படும். மேற் பரப்பிலிருந்து ஒரு மீட்டர் ஆழத்திற்குள் கிட்டத்தட்ட மூன்றில் ஒரு பகுதி சிதறி விடுகிறது. அடுத்த ஐந்து மீட்டர் ஆழத்தில் நான்கில் மூன்று பகுதி சிதறி விடுகிறது. இவ்வாறு நீர்ப்பரப்பிலிருந்து கிடைக்கப் பெறும் ஒளியில் பத்தில் ஒரு பகுதி மட்டுமே பத்து மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழ் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இவ்வாறு, நீர் நிலைகளில் ஒளியின் அளவு படிப்படியாகக் குறைந்து, செங்குத்து முறையில் அடுக்கமைவு ஏற்படுகிறது.

மேற்பரப்பிலிருந்து 80 மீட்டர் ஆழம் வரை தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis) நடைபெறத் தேவையான அளவு ஒளி கிடைப்பதால் இப்பகுதி ஒளிப் பகுதி (Euphotic zone) என அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கும் கீழே 200 மீட்டர் ஆழம் வரை கிடைக்கும் ஒளி ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறத் தேவையான அளவில் கிடைப்பதில்லை. ஆகவே இங்கே தாவரங்கள் வளர முடியாது. ஆயினும் நீர்வாழ் உயிரினங்கள் ஒன்றை ஒன்று அறிந்து கொள்ள இயலும். இப்பகுதி மங்கலான ஒளிப்பகுதி (Dysphotic zone) என அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கும் கீழுள்ள பகுதி ஒளியற்று இருண்டு காணப்படுவதால் ஒளியற்ற பகுதி (Aphotic zone) என அழைக்கப்படுகிறது.

சூழ்நிலை அமைப்புகளில் உயிரினங்களின் அடுக்கமைவு

அமைப்பில் மட்டுமன்றிச் செயல்பாட்டிலும் சூழ்நிலை அமைப்புகள் அடுக்கமைவு முறையைப் பின்பற்றுவதாகக் கருதப்படுகிறது. இம்முறையில், சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்தித் தமக்கு வேண்டிய கரிமப் பொருள்களை (Organic Compounds) தாங்களே தயாரிப்பவை, தன் உணவாக்கிகள் (Autotrophs) எனவும், வேறுமுறைகளில் ஊட்டப் பொருள்களைப் பெறுவனவற்றை அல்லது சிதைத்துப் பயன் படுத்துபவற்றை மாறு ஊட்டிகள் (Heterotrophs) எனவும் இரு முக்கிய வகைகளாகப் பகுத்துள்ளனர். முதல் வகையில் அடங்குபவை நுண்ணுயிர்களும் (Bacteria), தாவரங்களும். இரண்டாவது வகையைச் சேர்ந்தவை சிதை மாற்றம் செய்பவையாவன (Decomposers) பாக்டீரியாக்கள் பூஞ்சைகள் போன்றவை. இரண்டு அடுக்குகளாகக் கருதப்படும் இவ்விரு வகை உயிரினங்களும் நிலச் சூழ்நிலையிலும், நீர்ச் சூழ்நிலையிலும் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகக் காடுகளில் தன்உணவாக்கிகள் (Autotrophs) மரங்களின் இலைப்பகுதியிலும், மாறு ஊட்டிகள் (Heterotrophs) மண்ணிலும் காணப்படுகின்றன. கடல் சூழ்நிலையில் ஒளியுடைய பகுதியில் தன்உணவாக்கிகளும், அடித்தளத்தில் உள்ள வண்டல் பகுதியில் மாறு ஊட்டிகளும் வாழ்கின்றன.

உயிரினங்களின் இயக்கத்தை மேலும் ஆராய்ந்தால், அவை மூன்று முக்கிய செயல்பாடுகளைக் கொண்டு, மூன்று அடுக்குகளாக இருப்பதைக் காணலாம்.

1. **தயாரிப்பவை** (Producers): இவை தாங்களாகவே உணவைத் தயாரிக்கும் தன்மையைக் கொண்ட பசுமை நிறத் தாவரங்கள். நீர்ச் சூழ்நிலையில் இவை பெரும்பாலும் மேற்பகுதியில் காணப்படும் தாவர மிதவையுயிரிகள் (Phytoplankton) வகையைச் சார்ந்தவைகளாக இருக்கின்றன.

2. **நுகர்வன** (Consumers): இவை மேலே கூறப்பட்ட முதல் வகை உயிரிகளை உண்டு வாழ்பவை. இவை மேலும், முதல்நிலை நுகர்வன (Primary Consumers,) இரண்டாம் நிலை நுகர்வன (Secondary consumers), மூன்றாம் நிலை நுகர்வன (Tertiary consumers) எனப் பல அடுக்குகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டாம் நிலை நுகர்பவை முதல் நிலை நுகர்பவற்றை உண்டும், மூன்றாம் நிலை நுகர்பவை இரண்டாம் நிலை நுகர்பவற்றை உண்டும் வாழ்பவை.

3. **சிதை மாற்றம் செய்பவை** (Decomposers)

இவை மேற்கூறிய தயாரிப்பவற்றையும், நுகர்வனவற்றையும் இறந்த நிலையில் சிதைத்து, மறுபடியும் தயாரிப்பவற்றுக்கு அளிப்பவை. மேற்கூறியவை பல்வேறு அடுக்குகளாகக் கருதப்பட்ட போதிலும், ஒன்றுடன் ஒன்று உணவுத் தொடரால் (Food Chain) பிணைக்கப்பட்டவை. எனவே ஒவ்வொன்றும் மற்ற அடுக்குகளில் காணப்படும் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதவை.

நூலோதி

1. **பாண்டியன் ஜெயராஜ், போ,** (*1978*) *சூழ்நிலை யியல்,* தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்; சென்னை.
2. **பாலசந்திர கணேசன் கே. ஆர்,** (*1970*); "*சூழ் நிலையியல், பரிணாமம், மரபியல்*" தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை.
3. **Odum E P.** (1969) *Fundamentals of Ecology.* **W.B. Saunders**

அடுக்குக் குறி

ஓர் இயற்கணிதக் கோவையில் (Algebraic expression எத்தனை அடுக்குகள் (powers) உயர்த்தப்படுகின் றனவோ அந்த எண்ணிக்கை அடுக்குக்குறி (Exponent) எனப்படும். அடுக்குக்குறி நேர்மமாகவோ (positive) எதிர்மமாகவோ (negative), தொகையாகவோ (Integral) பின்னமாகவோ இருக்கும். m, n என்பவை நேர்ம முழு எண்களாகவும் a, b என்பவை எண்களாகவோ (Numbers) சார்புகளாகவோ (functions) இருப் பின் கீழ்வரும் அடுக்குக்குறிப் பண்புகள் உண்மை யாகும்.

$$a^m \times a^n = a^{(m+n)}$$

$$a^m / a^n = a^{(m-n)}$$

$$a^{-m} = 1/a^m$$

$$(a^m)^n = a^{mn}$$

$$a^{1/m} = \sqrt[m]{a}$$

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[mn]{a}$$

$$(ab)^m = a^m b^m$$

$$(a/b)^m = a^m / b^m$$

$$\sqrt[m]{ab} = \sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b} \qquad \sqrt[m]{a/b} = \sqrt[m]{a} / \sqrt[m]{b}$$

ஓர் அடுக்குக்குறிச் சார்பு அதியியல்ாக (Transcendental) இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக $Y = a.b^x$ என்பதைக் கூறலாம்; இங்கு a,b மாறிலிகளாகவும் (Constants), x என்பது சாராத மாறியாகவும் (Independent variable) இருக்கும். $a = 1$ எனில் மடக்கைச் சார்பின் ((logarithmic function) நேர்மாறாக அமையும். இந்த வளை வின் சில பண்புகள் வருமாறு: (அ) இது X அச்சுக் கோ, Y அச்சுக்கோ, அல்லது ஆதிக்கோ (Origin) சமச்சீர் உடையதன்று.

(ஆ) $Y = 1$ என்பதில் இது Y அச்சை வெட்டு மாயின், இதன் அணுகுகோடு (asymptote) X அச்சாகும். (இ) X-இன் எந்தத் திட்டமான மதிப்பும் (finite value) Y-யை வரம்பிலி (infinite) ஆக்காது.

$b < 1$ எனில் $x \longrightarrow +\infty$ எனும்போது $Y \longrightarrow 0$ ஆகும். மேலும் x-இன் மதிப்பு அதிகரிக்கும்பொழுது Y-இன் மதிப்பு தொடர்ச்சியாகக் குறையும்.

$b > 1$ எனில் $x \longrightarrow -\infty$ எனும்போது $Y \longrightarrow 0$ ஆகும். மேலும் x-இன் மதிப்பு அதிகமாகும்போது Y-இன் மதிப்பு தொடர்ச்சியாகக் கூடும்.

$b = 1$ எனில் மேற்குறித்த வளைவு (curve) $Y = 1$ என்ற நேர்கோடாகக் அமையும்.

b-க்கு ஏற்ற மிக வசதியான மதிப்பு 'e' என்ற எண் ஆகும். அதன் வளைவு b என்ற எண்ணுக்கு விளக்கிய மிகப்பொதுவான வளைவுக்கு வடிவொத்திருக்கும்; ஆனால் அதன் சரிவு (slope) வேறுபட்டிருக்கும். ஓர் அடுக்குக் குறிச்சமன்பாடு (Exponential equation) ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடுக்குக்குறிச் சார்பு களை உள்ளடக்கியதாக இருக்கும். பெரும்பாலும், அதனைத் தீர்க்க வேண்டுமாயின் இருபுறமும் மடக்கை கண்டு அதனால் வரக்கூடிய இயற்கணிதச் சமன்பாடு களின் தீர்வைக் காணவேண்டும்.

e-இன் அடுக்குக்குறிச் சார்பு குறித்த ஆயூலரின் தேற்றம்:

$$\cos x \pm i \sin x = e^{\pm ix}$$

நூலோதி

Van-Nostrands Scientific Encyclopaedia, Fifth Edition Van Nostrand Rainhold Company-1976.

அடுக்குக்குறிப் பரவல்

தொடர் பரவல்களில் ஒரு சிறப்பு வகை. ஒற்றைத் தன்னளவும் (Parameter), ஒற்றை மாறியும் (Variable) உள்ள அடுக்குக்குறி அடர்த்தி சார்புகளின் வடிவம் $C(\varnothing) \exp(\varnothing A(x) + B + (x)$ ஆகும். இங்கு C, A, B ஆகியன, வரம்பு நிலைமைச் சார்புகள் ஆகும். $\varnothing_1 \varnothing_2$, ...$\varnothing_r$ என்ற பல தன்னளவுகள் கொண்ட அடுக்குக் குறிப்பரவலின் (Exponential distribution) வடிவம் $C(\varnothing_1, \varnothing_2, \ldots\ldots\ldots \varnothing_r) \exp(\Sigma_i A_i(x) + B_i(x)$ ஆக அமையும்.

தொடர்ச்சியற்ற வகைகளுக்கும் பன்மாறி வகைகளுக் கும் கூட இதையொத்த வடிவங்களை அமைக்கலாம். பெரும்பாலும் பல செந்தரப் பரவல்கள் (Standard

distribution) இயல் ஈருறுப்பு அடுக்குக்குறிப் பரவல்களே. ஆனால் மறுதன்னளவாக்கம் (reparametrization) மூலம் மட்டுமே அவற்றை மேலே உள்ள வடிவத்துக்குக் கொண்டுவர முடியும்..

கோட்பாடு புள்ளியலில் அடுக்குக்குறிப்பரவல் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றது. குறிப்பாக இது போதுமை (Sufficiency) பற்றிப் பேசப்படும் இடங்களில் எல்லாம் மிக இயல்பாகப் பயன்படுகின்றது. ஓர் அடுக்குக்குறிப் பரவலில் இருந்து மாதிரி (Sample) எடுக்கப்பட்டால் மட்டுமே கட்டுப்பாடான வரம்பு நிலைமைகளின் கீழ் ஓர் "போதுமான ஆர்வப் புள்ளி விவரம்" கிடைக்கும். இந்த உறவினைக் கூப்மேன் (Koopman), டேர்மாய்ஸ் (Darmois), பிட்மேன் (Pitman) போன்றவர்கள் ஆய்ந்து கண்டறிந்தனர். எனவே சில நேரங்களில் அடுக்குக்குறிப் பரவலைக் கூப்மேன்-டேர்மாய்ஸ் அல்லது கூப்மேன்-பிட்மேன் பரவல்கள் என்றும் வழங்குவர். காண்க : போதுமை (Sufficiency).

அடுக்குக்குறிக் குடும்பங்களின் பரவல்களுக்கும், கருதுகோள் சோதனைக்கும் உள்ள தொடர்பை லேக்மேன் (Lehmann) என்பார் விவரித்தார். அடுக்குக்குறிக் குடும்பங்களின் பரவல்களையும், எதிர்மறை அடுக்குக்குறிப் பரவல்களையும் வேறுபடுத்திக் காண்பது மிக முக்கியம். பின்னது அடுக்குக்குறிக் குடும்பப் பரவலின் சிறப்பு வகை உட்குடும்பமாகும்.

நூலோதி

International Encyclopaedia of Statistics Vol-2, 1978.

அடுக்குச் செவுள் மீன்கள்

கிளாடோசெலாச்சி (Cladoselachi), டீனகான்ந்தஸ் (Ctenacanthus) என்றழைக்கப்படும் 45 செ.மீ. லிருந்து 120 செ.மீ. நீளமுள்ள தொல் மீன் இனத்தின் படிவச் (Fossil) சான்றுகளைக் கொண்டு ஏறத்தாழ 300 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னதாகவே அடுக்குச் செவுள் மீன்கள் (Elasmobranchii) தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று கருதப்படுகிறது. கிளாடோசெலாச்சி மீன் வகை நாளடைவில் மறைந்து அதன் சந்ததியான ஹைபோடான்ட்ஸ் (Hybodonts) 210 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னாலேயே தோன்றியுள்ளன. இவற்றின் பரிணாம வளர்ச்சியில் தோன்றியதே இன்று காணப்படும் குருத்தெலும்பு மீன் இனங்கள் (Chondrichthyes). மேற்கொண்டு இவை இருபக்கங்களிலும் குறைந்தது ஐந்து அடுக்குச் செவுள் திறப்புகளையும், ஒவ்வொரு கண்ணுக்குப் பின்னால் ஓர் ஊது புழையும் (Spiracle), உடம்பின் மேற்பகுதியில் தோல் பற்களையும், பற்கள் கொண்ட தாடையையும், மண்டை ஓட்டுடன் இறுகப் பொருத்தப்படாத மேல் தாடையையும் கொண்ட இனத்தை அடுக்குச் செவுள் மீன்கள் (Elasmobranchii) என்றும், ஒரே ஒரு செவுள் திறப்பையும், பற்கள் போன்ற மேடுகளை உடைய தாடையையும், மண்டை ஓட்டுடன் இறுக இணைக்கப்பட்ட மேல்தாடையையும் கொண்ட மீன்கள் கைமேரா (Chimaeras) என்றும் இரு பெரும் வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன

இவ்வடுக்குச் செவுள் மீன்கள் நான்கு கிளை வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் சட்டகம் குருத்தெலும்புகளாலும், சற்று அரைகுறையாகச் சுண்ணாம்புச் சத்தால் ஆக்கப்பட்ட (Partially calcified) குருத்தெலும்புகளாலும் ஆனது. எனவே, இவை எலும்பு மீன்கள் தோன்றுவதற்கு முன்னாலேயே தோன்றியவை என்று கருதப்பட்டது. ஆனால் இம்மீன்களின் மூதாதையோர் குருத்தெலும்புகள் கடினமாகாமல் இருக்கும் பொழுதே முதிர்ச்சி அடைந்து இனப்பெருக்கம் செய்ய நேர்ந்ததால், அவற்றின் வழிச் சந்ததியும் குருத்தெலும்பு மீன் வகுப்பாக உருவாகியிருக்கும் என்று கருதப்படுகிறது. இவற்றுள் (1) ப்ளூரோப்டெரிஜீ (Pleuropterygi) என்ற துணை வகுப்பில் கிளாடோசெலாச்சி (Cladoselachi) என்ற இனம் அடங்கியுள்ளது. இவை அகலமான நெஞ்சுப் புறத் துடுப்பையும், சிறிய பற்களால் போர்த்தப்பட்ட உடம்பையும், கூர்மையற்ற வாயையும் இரண்டு முதுகுப் புறத் துடுப்பையும் பெற்றிருந்தன. இவற்றில் மல வாய்ப்புறத் துடுப்பும், ஆண்குறியான பிடிப்பானும் (Clasper) காணப்படவில்லை. இவை 265 லிருந்து 210 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை வாழ்ந்ததாகத் தெரிய வருகிறது.

(2) இக்தியோடோமி (Ichthyotomi) என்ற துணை வகுப்பு இரு வரிசையான நெஞ்சுப்புறத் துடுப்புகளையும், ஒரு நீண்ட முதுகுத் துடுப்பையும், இரு மலவாய்ப் புறத் துடுப்புகளையும் பெற்றிருந்தது. முதுகுப் புறத்தில் தலைக்கு அண்மையில் நீண்ட முள் (Dorsal spine) இருந்தது. ஆண் மீன்களில் பிடிப்பான்கள் காணப்பட்டன. செதில்கள் அதிகமாகக் காணப்படவில்லை. இவ்வகுப்பில் செனகாந்தஸ் என்னும் இனம் 280 லிருந்து 225 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை வாழ்ந்திருந்தது.

(3) அகான்தோடை (Acanthodei) என்னும் வகுப்பைச் சார்ந்த மீன்கள், உடம்பில் ஒரே அளவுடைய தோல் பற்களையும், மூடிகள் (Operculam) அற்ற செவுள்களையும் பெற்றிருந்தன. நெஞ்சுப் புறத் துடுப்பின் அருகாமையில் நீண்ட முட்களும் இருந்தன. மிகவும் சிறிய பற்களைப் பெற்றிருந்தன. ஆண்களில் "பிடிப்பான்கள்" கிடையாது. இவை 400லிருந்து 225 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை வாழ்ந்திருந்ததாகத் தெரிகிறது.

(4) பிளாஜியோஸ்டோமி (plagiostomi) துணை வகுப்பில் தான் தற்காலத்தில் காணப்படும் சுறாக்கள்,

உளுவை, திருக்கை மீன்கள் அடங்குகின்றன. இவற்றின் சில பொதுவான உடலமைப்புகளாவன:

இவற்றில் முதுகுப்புறக் குருத்தெலும்புகள் தனித்தனிப் பகுதிகளாகச் சங்கிலித் தொடர்போன்று அமைந்துள் ளன. இவை ஒன்றுக்கொன்று ஈடு இல்லாத இருவால் துடுப்புகளையும்(Caudal fins). ஒன்று அல்லது இரண்டு முதுகுப்புறத் துடுப்புகளையும், அகலமான நெஞ்சுப் புறத் துடுப்புகளையும், பெரிய இடுப்புத் துடுப்பு களையும் (Pelvic fins) மலவாய், புறத் துடுப்பையும் கொண்டுள்ளன. இம்மீன்களின் தாடைகள் உண்மை யான பற்களால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் தோல் அடிப்பகுதி வரை பதிந்துள்ளதும், காரை யால் மூடப்பட்டதுமான கடினச் செதில்களால் போர்த் தப்பட்டுள்ளது. இச்செதில்களின் உருவம் எண்ணிக்கை முதலியன இனத்திற்கு இனம், பாலுக்குப் பால், வயதிற்கேற்ப மாறுபடுகின்றது. திருக்கை மீன்களில் இவை முதுகுப் புறத்திலோ அல்லது வாலின் மேல் பகுதியிலோ நீண்ட வலிமையான குத்தூசி போன்று அமைந்துள்ளன. ரம்பச் சுறாவிலும், ரம்ப மீன்களிலும் உள்ள நீண்ட மூக்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ள முட் களும், தாடைப் பற்களும் கூட மாற்றி அமைக்கப்பட்ட ஒரு வகைத் தோல் பற்களே என்று கருதப்படுகிறது. இவ்வகுப்பின் மீன்கள், விழுந்த பற்களைப் புதுப் பித்துக் கொள்ளும் தன்மை பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு தாடைப் பல்லுக்கும் பின்னால் இளம் பால் பற்கள் உள்ளன. முதிர்ந்து பற்கள் விழுந்தவுடன் இவ்விளம் பற்கள் வளர்ந்து அந்த இடத்தை நிரப்பிக் கொள் கின்றன.

இம்மீன்களின் கண்கள் மிகப் பெரிய அளவிலிருந்து, மிகச் சிறிய அளவு வரையிலும் காணப்படுகின்றன. சில சுறாக்களில் வளர்ச்சி அடையாத தொன்மையான கண்களாகவும் சில மின் திருக்கைகளில் இவை இல் லாமலும் உள்ளன. இக்கண்கள் பூனைக் கண்கள் போன்று வெளிச்சத்தில் பிரதிபலிக்கக்கூடியவை. சில வற்றில் வெளிச்சத்திற்கேற்ப, மனிதக் கண்களைப் போன்று, சுருங்கி, விரியக் கூடிய கண்மணி காணப்படு கிறது உணவுப் பொருள்களை நெருங்கிச் செல்லும் போதுதான் பெரும்பாலும் இம்மீன்கள் கண்களைப் பயன்படுத்துகின்றன.

இவை எந்த வித மூடியுமில்லாத (Operculum) ஐந்தி லிருந்து ஏழு செவுள் திறப்புகளைப் (Gill slits) பெற்றுள் ளன. இவை ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு கொள்ளாத படி ஒரு மெல்லிய சவ்வினால் (Septa) பிரிக்கப்பட் டுள்ளன.

இவற்றின் இரத்தத்தில் யூரியா கடல் நீரில் இருப் பதை விட அதிகமாக இருப்பதால், இவை நீரை எளிதாக ஈர்த்துக் கொள்ள முடிகிறது. இவற்றுக்குக் காற்றுப் பைகள் இல்லை. ஒரு சுருள் இதழ் (Spiral valve) இவற்றின் உணவுப் பாதையில் உள்ளது. இவை நீரில் வாழும் நுண்ணுயிர்களையும் (Plankten) ஏனைய கடல் விலங்குகளையும் உணவாகக் கொள்கின்றன.

இவற்றில் கல்லீரலும் கணையமும் தனித்தனியே அமைந்துள்ளன. கல்லீரல் இதன் மொத்த எடையில் மூன்றில் ஒரு பங்கு எடை அளவிற்குக் கூட இருக்கும். இக்கல்லீரலில் நீரை விட அடர்த்தி குறைவான எண் ணெயை இவை சேர்த்து வைக்கும். இதைக் கொண்டு காற்றுப் பைகளுக்குப் பதிலாக உடம்பைச் சமநிலைப் படுத்திக்கொள்ளும். மற்றும், உணவு கிடைக்காத காலங்களில் இக்கொழுப்புப் பொருளையே உணவாகக் கொண்டு உயிர் வாழும்.

இவை மூக்கின் கீழ்ப்புறத்திலுள்ள புலனறிவுக்குழிகள் (Olfactory pits) மூலமாக இரண்டு கிலோ மீட்டர் தூரத்திற்கு அப்பால் இருந்துகூட நீரில் கலந்து வரும் மணத்தை அறிய வல்லவை. இவற்றின் உடம்பின் பக்கவாட்டில் தோலினடியில் அமைந்துள்ள நரம்புப் பின்னல்களின் (Lateral line) மூலமாக நீரோட்டத் திசையையும், நொடிக்கு 1.5 கி.மீ. வேகத்தில் செல்லக் கூடியஒலி அலைகளின் தன்மையையும்கூட இவை உணர வல்லவை. இவையன்றி நீர்மத்தால் நிரப்பப்பட்ட நூற்றுக்கணக்கான நுண்ணிய துளைகளைத் தலையில் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் மூலமாக நீரின் வெப்பம், அழுத்தம், உப்புக் கரைசலின் அளவு முதலிய பல புலன்களை இவை அறிகின்றன.

ஏனைய மீன்களைப்போலல்லாது இவ்வகுப்பு மீன்கள் ஆண், பெண், பால் புணர்ச்சியின் மூலம் இனவிருத்தி செய்கின்றன. இதற்கென ஆண் மீன்களின் இடுப்புத் துடுப்பையொட்டிப் பல குருத்தெலும்புகளாலான நீண்ட பிடிப்பான் (Clasper) என்னும் உறுப்புகள் உள்ளன. புணர்ச்சியின்போது, இவற்றைப் பெண் மீனின் குளோகா (Cloaca)வுக்குள் நுழைத்து, ஆண் விந்துவை அண்டக்குழாயினுள் (Oviduct) சேர்க்கிறது. விந்து அதன் வழியாய்த் தொடர்ந்து சென்று, அக்குழாயின் மேற்பகுதியிலுள்ள பெண் முட்டையுடன் சேர்ந்து கருவுறுகிறது. கருவுற்ற முட்டை, முட்டை கடத்தும் குழாயின் வழியில் கருப்பையை நோக்கி வரும்பொழுது அவ்வழியிலுள்ள ஒரு சுரப்பியினால் (Shell gland) கெட்டியான ஓட்டாலான ஓர் உறை அளிக்கப்பட்டுக் கருப்பையிலுள்ள முட்டையைச் சேர்த்து வைத்து வளர்க்கும் (Egg cases) பையை அடைகிறது. இம் மாதிரி முட்டையைச் சேகரித்து வைத்து வளர்க்கும் பையின் அளவும், வடிவமும், இனத்திற்கேற்ப வேறு படும். இவ்வகுப்பின் பெரிதான திமிங்கிலச் சுறாவின் முட்டைக் கருப்பை (Egg case) யின் அளவு 32 செ. மீ. நீளமும், 13 செ.மீ. அகலமும், 8 செ. மீ. உயரமு மாகும். இம்மாதிரிப் பைகளின் நான்கு மூலைகளில் நீண்ட நரம்புகளோ அல்லது குறுகிய கொம்பு போன்ற தடித்த நாணோ காணப்படுகிறது. நாய் மீன்கள், கொம்புச் சுறா, திருக்கை மீன்கள் (Raiidae) ஆகியவை கருவுற்ற முட்டையை அது வளர்வதற்கான சத்துப் பை யுடன் வெளித் தள்ளுகின்றன. அவ்வாறு தள்ளப்

பட்ட முட்டைப் பை, வெளியே முதலில் காணும் கெட்டியாகத் தரையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள பொருள்களில் நரம்புகளின் மூலம் பின்னி நிலை நிறுத்தி (படம் 3-அ) வளரத் தொடங்குகின்றன. இம்மாதிரி முட்டையை நிரந்தரமாக அசையாது பிடித்துக் கொள்ளத், தாய் மீனே துணைபுரிவதாகக் கருதப்படு கிறது. 200லிருந்து 275 நாட்களுக்குப் பின் சிசு முட்டையைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளி வருகிறது. அப்போது முட்டையினுள் உணவூட்டி வளர்த்து வந்த சத்துப் பையுடன் காணப்படும். தானே இரை தேடிக் கொள்ளும் வரை, இச்சத்துப்பை சிசு வளர வேண்டிய அளவு உணவைப் பெற்றுள்ளது. முட்டையிட்டுத் தாயின் தொடர்பின்றி (Oviparous) வளரும் இம்முறையை அடுக்குச் செவுள் மீன்கள் பெற் றுள்ளன.

சில திருக்கை (Rays) மீன்களும் சுறாக்களும், கருவுற்ற முட்டைகளை, மெல்லிய தோலால் போர்த்திச், தங் களது கருப்பையிலேயே வளர்க்கின்றன. அப்போது முட்டையுடன் கொடுக்கப்பட்டுள்ள சத்துப் பையின் (Yolk sac)உணவைக் கொண்டோ அல்லது கருப்பையி லேயே ஏற்கனவே சுரந்து சேகரித்து வைத்திருக்கும் உணவை உறிஞ்சியோ, சிசு தானே தாயின் தொடர் பின்றிவளர்ந்து வெளிவருகிறது. இதனைக் கரு கருப் பையில்தாயின்தொடர்பின்றிவளர்தல் (Ovoviviparous) எனக் கூறலாம். இவ்வாறு சேர்க்கப்படும் முட்டை களின் சிசுக்கள் வளர, வளரக் கருப்பை விரிந்து காணப்படும். மற்றும் சில வேட்டைநாய் மீன் (Smooth Dog fish), பேய்த்திருக்கை (Devil Ray) போன்றவற்றின் மெல்லிய தோலால் போர்த்தப்பட்ட கருவுற்ற முட்டை கருப்பையை அடைகிறது. அங்கு சிசுவிற்குக் கருப்பையின் சுவர்ப் (Uterus wall) பகுதி யிலிருந்து உருவாகி வரும் நுண்ணிய குழாய்களின் (Trophonemata) கற்றையைச், சிசுவின் ஊதுபுழை (Spiracle) வழியே திணித்து, தாயே அதன் வழியாக உணவூட்டி வளர்க்கிறது. இம்மாதிரி புகட்டும் உணவு சிசுவின் செரிமானப் பாதையில் முறையே செரிக்கப் பட்டுச், சிசுவின் இரத்தக் குழாய்களால் உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகிறது. இன்னும் சில தாயி னின்று உணவை வளர்ந்துவரும் சிசுவிற்கு கொடுக்கக் கருப்பையிலிருந்து ஒரு குழாயை உருவாக்கி (Placenta) அதன் மூலம் தாயே உணவைப் புகட்டி வளர்க்கிறது. இம்முறை குட்டிபோடுதல் (Viviparous) என அழைக்கப்படுகிறது.

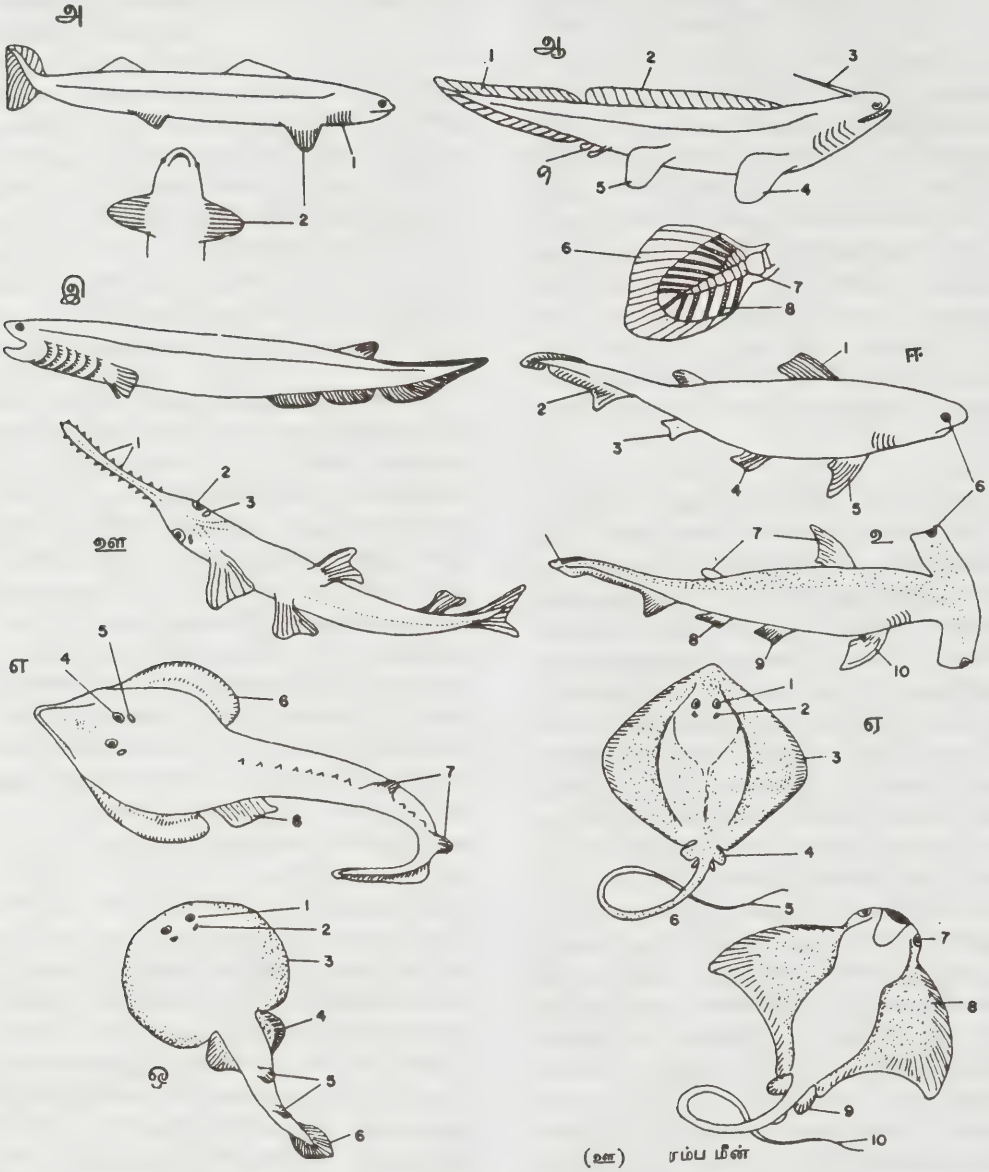
இவ்வினங்களின் சிலவற்றில் (எடுத்துக்காட்டாக, மணற்சுறா) முட்டைப் பையில் முதலில் சேர்ந்த கரு தனக்குக் கொடுக்கப்பட்ட சத்துப் பையின் உணவை வேகமாக முடித்து விட்டு, அடுத்து அடுத்து வரும் கரு வுற்ற முட்டையின் உணவுப் பையையும் உட்கொண்டு ஒரே ஒரு சிசுதான் வளர்வதுண்டு. காணாங்கெளுத்தி சுறாவில் (Mackeral Shark) 15 லிருந்து 20 முட்டை வரை கருப்பையை அடைந்தாலும், ஒவ்வொரு கருப் பையிலுமிருந்தும் ஒரு சிசுதான் வெளிவரும். அப்படி வரும் குட்டி 75 செ.மீ. நீளமுடையதாகவும் காணப்படலாம். இவற்றிலுள்ள இரு முட்டை அண்டக் குழாய்களின் (Oviducts) முனைகளில் கருப்பை தனித்தனியே அமைந்துள்ளது. இப்பைகளில் கரு வைத்து வளர்க்கும் திறமை இனத்திற்கு இனம் வேறு படும். மணற் சுறாவில் ஒவ்வொரு பையிலும் இரண் டும், சுத்தித் தலைச் சுறாவில் 4இலிருந்து 14 வரை யும், தாதித் சுறாவில் 28-ம், புலிச் சுறாவில் 82 வரை யிலும் கருக்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள கருப்பை ஒரு பால் இனத்தை மட்டும் வளர்ப்பதாகவும், இருபால் கலந்து வளர்ப்பதாகவும் காணப்படலாம்.

அடுக்குச் செவுள் மீன் வகுப்பு (1) செலாச்சி (Selachi) (சுறாக்கள்) (2) பாட்டாய்டியா (Batoidea) திருக்கை, உளுவை என்று இரு வரிசையாகப் (Order) பிரிக்கப் பட்டுள்ளது திருக்கைகளும், சுறாக்களும் ஒத்தாற் போலிருந்தாலும், செவுள் திறப்புகள் சுறாவில் உடம் பின் முன் பக்கங்களிலும், மற்றொன்றில் இடுப்புத் துடுப்பிற்குப் பின்னால்உடம்பில் வால்புறப் பகுதியிலும் அமைந்துள்ளன. இடுப்புத் துடிப்பின் உந்து விசையை முக்கியமாகக் கொண்டு சுறாக்கள் பக்கவாட்டில் அசைந்து (Undulating) நீந்திச் செல்கின்றன. நீரில் மிதந்து இருக்க இவை தூங்கும் போது கூட நீந்திக் கொண்டிருக்கின்றன. இதனால் சில சுறாக்கள் நீரைச் செவுள்களின் வழியாக மிகுந்த அழுத்தத்துடன் வெளித் தள்ளி, பின் அழுத்தி முன் சென்று உடம்பை வளைக் காது முன் செல்கின்றன. மார்புத் துடுப்புகள் இவை கவிழ்ந்து விடாதிருக்கச் செய்யும், இடுப்புத் துடுப்புகள் இறக்கைகள் போல் விரிந்து மேல் நோக்கிச் செல்லவும் உதவுகின்றன. மாறாகத் திருக்கைகளின் உடல்படர்ந்து தட்டையாக இருப்பதாலும், பின்னால் உள்ள நீண்ட வால் கடினமாக இருப்பதாலும் இடம் வல அசைவு செய்வதில்லை. இடுப்புத் துடுப்பு இதன் தட்டையான பக்கங்களுடன் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் (Fused), இவை முன்னிருந்து பின்னாகச் செங்குத்தான அசைவை உருவாக்குகின்றன. சுதந்திரமாக நீந்திச் செல்லும் திருக்கைகளில் கழுகுத்திருக்கை நீண்ட தட் டையான பக்கங்களை இறக்கைகள் போல அடித்து நீந்துகின்றது.

செலாச்சி என்ற சுறாக்கள் வரிசை துணை வரிசை யாகவும் (Sub order) 19 குடும்பங்களாகவும் (Family) பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் சிறப்பியல்பு களாவன:

துணைவரிசை : ஹெக்சான்சிபார்மஸ் (Hexanchi-formes)

ஹெக்சான்சிடே (Haxanchidae) குடும்பம் : சீப்புப் பற் சுறா (Comb-toothed sharks) : 6 அல்லது 7 செவுள் களையும், ஒரு மார்புத் துடுப்பையும் கொண்டது. பற் கள் சீப்பின் பற்கள் போன்றிருக்கும். உணவு பெரிதாக இருக்கும்போது மேல்தாடையில் குத்தி மாட்டிக் கொண்டு, கீழ்த் தாடையிலுள்ள சீப்புப் பற்களால்



படம்-1

(அ) க்லாடேசெலாச்சி (1) செவுள் திறப்பு (2) மார்புத் துடுப்பு

(ஆ) செனகான்தீ

(1) வால் துடுப்பு (2) முதுகுத்துடுப்பு (3) முதுகுமுள் (4) மார்புத் துடுப்பு (5) வயிற்றுத் துடுப்பு (6) முதுகுத் துடுப்பு விளிம்பு (7) அடிக் குருத்தெலும்பு (8) கிளைக் குருத்தெலும்பு (9) மலவாய்த் துடுப்பு

(இ) மடிப்புச்சுறா

(ஈ) கங்கைச்சுறா

(1) முதுகுத் துடுப்பு (2) வால் துடுப்பு (3) மலவாய்த் துடுப்பு (4) வயிற்றுத் துடுப்பு (5) மார்புத் துடுப்பு (6) கண்.

(உ) சுத்தித் தலைச் சுறா

(7) கண் (8) முதுகுத் துடுப்பு (9) மலவாய்த் துடுப்பு (10) மார்புத் துடுப்பு.

(ஊ) ரம்ப மீன்

(1) பல் (2) கண் (3) காற்றுத்துளை

(எ) இந்திய உளுவை

(4) கண் (5) காற்றுத் துளை (6) மார்புத் துடுப்பு (7) முதுகுத் துடுப்பு (8) வயிற்றுத் துடுப்பு

(ஏ) கொத்தும் திருக்கை

(1) கண் (2) காற்றுத் துளை (3) மார்புத் துடுப்பு (4) வயிற்றுத் துடுப்பு (5) வால் (6) முள்

(ஐ) கழுகுத் திருக்கை

(7) கண் (8) மார்புத் துடுப்பு (9) வயிற்றுத் துடுப்பு (10) வால்.

(ஒ) மின்சாரத் திருக்கை.

(1) கண் (2) காற்றுத் துளை (3) மார்புத் துடுப்பு (4) வயிற்றுத் துடுப்பு (5) முதுகுத் துடுப்பு (6) வால் துடுப்பு

அறுத்து உட்கொள்ளும். இளம் பழுப்பு (Chocolate) நிறமும், 5-8மீ. நீளமும் கொண்டது. பகலில் கடல் தளத்திலிருந்து விட்டு,இரவில் வெளிவந்து இரைதேடும். கரு கருப்பையினுள் தானே வளர்தல் முறையில் இன விருத்தி அடைகின்றது. 135செ.மீ. நீளமுள்ள சுறா வின் கருப்பையில் 109 சிசுக்கள் ஒரே சமயத்தில் காணப் பட்டுள்ளன. பசுச்சுறா (Cow shark) இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த உயிரியாகும்.

கிளாமிடோசிலாச்சிடே (Chlamydoselachidae) **குடும்பம்:** மடிப்புச் சுறா (Frilled shark) தடித்த விலாங்கு (Eel) மீன் போன்ற தோற்றமும், வால்புற மேற் பகுதியின் துடுப்புப் போன்ற ஒரு தொங்கு சதையும் (Lobe), மடிப்புப் போன்ற செவுள்களும், உடம்பின் கீழ்ப்பகுதியில் மூக்கு முனைக்கருகிலுள்ள வாய்த் திறப்பும் கொண்டது. ஆழ் கடலிலுள்ள சிப்பி மீன் இனங்களை உண்டு வாழ்வது. சிசு தாயின் கருப்பையில் வளர்ந்து வரும். ஒவ்வொரு கருப்பையும் 15 சிசுக்களைக் கொள்ளும்.

துணைவரிசை: ஹெட்டிரோடோன்டி பார்மஸ் (Heterodontiformes)

ஹெட்டிரோடோன்டிடே குடும்பம் (Heterodontidae)

கொம்புச் சுறா (Horn shark) 5 செவுள்களும் தடித்த தலையும், வட்டமான மூக்கும், இரு முதுகுப்புறத் துடுப்பும், அதையொட்டிக்கூர்மையற்ற முள்ளும் கொண்டது. இருவிதமான பற்களும், மேலுதட்டில் 7 தோல் மடிப்புகளையும் கொண்டது. கண்ணுக்கு அடியில் மிகச் சிறிய காற்று உட்புகும் துவாரம் உள்ளது. முட்டையை வெளியிலிட்டு இனவிருத்தி செய்யும். ஆழமற்ற நீர்ப் பகுதியில் வாழும். ஜேக்சன் துறைமுகச் சுறாவும் (Port Jackson shark), எருதுத் தலைச் சுறாவும் (Bull head shark) இக்குடும்பத்தைச் சாரும்.

துணை வரிசை கலேய்பார்மஸ் (Galeiformes)

ஒடோண்டாஸ்பிடிடே குடும்பம் (Odontaspididae)

மணற் சுறா(Sand shark) நீண்டு, கூர்மையானமூக்கும், 5 செவுள் திறப்புகளும்கொண்டது.இடுப்புத் துடுப்புக்கு முன்னாலும்,வால்புறத் துடுப்பின் மேற்புறமும்தொங்கு சதை (Upper Lobe) கீழ்ப் புறத்தினதை விடப் பெரியதாகவும் காணப்படுகிறது. கடலோரப்பகுதியில் நீரின் மேற்பகுதியில் காணப்படும். மனிதர்களைப் பலமாகத் தாக்கும் 2 மீ. நீளம் வளர்ந்தவுடன் இனவிருத்தி செய்யும் திறன் பெற்று விடுகிறது. ஒரு கருப்பையில் 2 சிசுக்கள் தான் வளரும். பிறக்கும் பொழுதே 1 மீ. நீளம் கூட இருக்கும் கரு கருப்பையில் தாயின் தொடர்பற்று வளர்கிறது.

ஸ்கேப்பனோரின்சிடே (Scapanorhychidae) **குடும்பம்**

பேய்ச் சுறா (Goblin shark) மண் அள்ளும் வாளி போன்ற மூக்கும், வாய்க்கு வெளியே துருத்திக் கொண்டிருக்கும் கோரமான நீண்ட பற்களும், சிறிய துடுப்புகளும், வால் பகுதியில் முதுகுத் துடுப்புகளும் கொண்டவை. 4.30மீ. நீளத்துடன் ஆழமான கடலில் வாழ்பவை.

இசுரிடே (Isuridae) **குடும்பம்**

காணாங்கெளுத்திச் சுறா (Mackeral sharks) மனிதர்களை விழுங்கும் சுறா. வெளித்தள்ளிக் கொண்டிருக்கும் இதன் கூர்மையான மூக்கும், பெரிய முதல் மார்புத் துடுப்பும் மலவாய்ப் புறத் துடுப்புப் போன்ற சிறிய இரண்டாம் மார்புத் துடுப்பும் சிறப்பான இயல்புகளாகும். இவற்றின் வால்புறத் துடுப்பின் தொங்கு சதை செங்குத்தாக நிற்கும். கீழ்ப்புறத் தொங்கு தசை பக்க வாட்டில் படர்ந்திருக்கும். இரு பக்கவாட்டிலும் அரைவட்டச் சதை மேடு (Keel) உள்ளது. பெரிய கூர்மையான முக்கோண வடிவப் பற்களையும், நீண்ட செவுள் திறப்புகளையும் கொண்டது. கரு கருப்பையில் தானே வளர்தல் முறையில் இனப்பெருக்கமடைகிறது. 12மீ. நீளமும், 3டன் எடையுமுடையது. ஒரு கருப்பையில் நான்கு சிசுக்களைக் காணலாம். சற்று ஆழ்கடலில் வாழ்ந்தாலும், இரை தேடிக் கொண்டோ, கப்பலைப் பின் தொடர்ந்தோ கரைப் பகுதிக்கு வரக் கூடும். இதனுடைய கரு (Embryo) 60 செ.மீ. நீளமுடையதாகும். பெரிய வெள்ளைச் சுறா (Grey white shark) இக்குடும்பத்தைச் சாரும்.

செட்டோரினிடே (Cetorhinidae) **குடும்பம்**

களிப்புச் சுறா (Basking shark) வின் செவுள் திறப்பு உடம்பின் மேற்புறத்திலிருந்து நெஞ்சு வரை காணப் படுகின்றது. 14 மீ. நீளமும், 4 டன் எடையுடனும் காணப்படும். வால்புறத்தில் ஓர் அரைவட்டச் சதை மேடு ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமிருக்கும். உருவில் பெரிதாக இருப்பினும் உணவாகச் சிறிய நீரோட்டத்தில் மிதந்து வாழும் நுண் மிதவையுயிர்களையே (Plankton) உட்கொள்கிறது. கருவைக் கருப்பையில் தாயே வளர்த்து இனவிருத்தி செய்கிறது. 1.5 மீ. நீளமுள்ள ஒன்று அல்லது இரண்டு குட்டிகளை ஒவ்வொரு முறையும் ஈனும். இது குளிர் காலத்தில் நீரின் அடிப்பகுதியில் போய்த் தங்கிக் கொண்டு உணவைக் குறைத்துக் கொள்கிறது.

அலோப்பிடே (Alopiidae) **குடும்பம்**

அடிசுறா (Thresher Shark) அரைவட்டச் சதை மேடு (Keel) அற்ற நீண்ட வாலும், மழுங்கிய குட்டையான மூக்கையும் கொண்டது. 6மீ. நீளம்வரை இருக்கும். 1.2 மீ. லிருந்து 1.6 மீ. வரை அளவுள்ள 2 அல்லது 4 சிசுக்கள் கருப்பையிலிருந்து வளர்ந்து வெளிவருகின்றன. மிதவெப்பக் கடற் பகுதியிலிருக்கும் இவை உணவிற்காக மீன் கூட்டத்தைத் துரத்தி வரும் போதுதான் கரைக்கு வருகின்றன.

ஒரக்டோலோபிடே (Orectolobidae) குடும்பம்

சமுக்காளச் சுறா (Carpet shark) தட்டையான தலையும், மூக்குத் துவாரத்தின் முன்னால் பொருத்தப் பட்டுள்ள தோல் போன்ற வலையும் (Barb) பல் வரிசையில் சிறிய பற்களையும் கொண்டது. கருப் பையில் தாயின் தொடர்பின்றி வளர்தல் முறையில் இனவிருத்தியுறுகின்றது. இக்குடும்பத்தில் 12 தனிப் பட்ட வகைகளும், 25 இனங்களும் (Species) உண்டு. கரைக்கு அருகாமையில் கடல் தளத்தில் வாழ்பவை. மிதவெப்பக் கடற் பகுதியில் காணலாம். இவற்றின் தோல் மடிப்புகளும், வரிகளும், உருமறைப்பிற்கு (Camouflage)உதவுகின்றன. இவை நிறம் பட்டைகளாலும்,புள்ளிகளாலும் ஆன தோலால்மூடப்பட்டவை. வரிக்குதிரைச் சுறா (Zebra shark), தாதிச் சுறா (Nurse shark) போன்றவை இக்குடும்பத்தைச் சாரும்.

ரின்கோடோன்டிடே (Rhincodontidae) குடும்பம்

திமிங்கிலச் சுறா (Whale shark) 15மீ. லிருந்து 18மீ. வரை இருக்கும். அகலமான கூர்மையற்ற தலை, பெரிய வாய், பின்புறமாக வளைந்துள்ள சிறிய பல வரிசைப் பற்கள், மிகச் சிறிய காற்று உட்புகு துவாரம் ஆகிய வற்றைக் கொண்டது. ஒரு முட்டைப் பையில் 18 கரு வரையில் காணலாம். நீந்தும் போது மிதந்து வரும் நுண்ணுயிர்களைப் பெரும்பாலும் உறிஞ்சி உணவாகக் கொள்கிறது. இது நீரின் மேற் பகுதியில் எண்ணெய்ப் பீப்பாய் போன்று அசைவற்று மிதந்து செல்லும். மனிதர் இதனருகில் சென்றாலும் தாக்குவதில்லை.

ஸ்ஸிலியோரினிடே (Scyliorhinidae) குடும்பம்

நாய் மீன் (Dog Fish) நீண்டு மெல்லியதாகவும், மேற்புறமாக நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் வால்புறத் துடுப்பும் கொண்டது. காற்று உட்புகு துவாரங்கள் உண்டு. பல வரிசைப் பற்களை ஒரே சமயத்தில் பயன் படுத்துகின்றன. 12 பேரினங்களும் (Genera) 50 இனங் களும் (Species)உண்டு. வெப்ப, மிதவெப்ப கடற்கரைப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. முட்டையை வெளியிலிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்கின்றது. பூனைச் சுறா (Cat Shark) திரைச் சுறாவும் (Swell Shark) இக் குடும்பத்தைச் சாரும்

சூடோட்ரை ஆக்கிடே (pseudotriakidae) குடும்பம்

போலிப் பூனைச் சுறா (False Cat Shark) நீண்ட முதுகுப் புறத் துடுப்பும், மூக்கும், பின்புறமாக வளைந் துள்ள பல வரிசைப் பற்களும், கொண்டது. கரு கருப் பையினுள் தாயின் தொடர்பின்றி இனப்பெருக்கம் அடையும் ஆழ்கடலில் வாழ்வது.

ட்ரைஆக்கிடே (Triakidae) குடும்பம்

வழவழப்பான நாய்மீன் (Smooth Dog Fish) கோண லான வால் புறத் துடுப்பும் வட்டமான பல் வரிசை யையும் கொண்டது. வெப்ப மாற்றத்திற்கு ஏற்ப வாழும் இடத்தை மாற்றிக் கொள்ளும். தரையின் அடித்தளத்தின் நிறத்திற்கேற்ப உடலின் நிறத்தை மாற்றிக் கொள்பவை. 7 பேரினங்களும் (Genera) 30 இனங்களும் இக்குடும்பத்தில் உள்ளன. இந்திய, பசிபிக் கடற்கரையோரப் பகுதிகளிலிருக்கும். வாய்க்கும் மூக்கிற்கும் தொடர்பு கிடையாது. காற்று உட்புகும் துவாரம் இல்லை. கருவைக் கருப்பையில் தானே வளர்த்து 10 இலிருந்து 20 குட்டிகளை ஒரே சமயத்தில் ஈனும். இரவில் சுறுசுறுப்பாகக் காணப் படும்.

கார்சார்ஹினிடே (Carcharhinidae) குடும்பம்

வள்ளுவன் சுறா (Grey Shark) முக்கோண வடிவக் கூர்மையான பற்களும், தட்டையான வாலும், கதிர் அரிவாள் போன்ற நெஞ்சுப் புறத் துடுப்பும் கொண்டது. மீன் கூட்டத்தை இரைக்காகப் பின் தொடரும் சில சமயத்தில் மீன் வலையில் அகப்பட்ட மீன்களை உண்ணுவதற்காக, மீன் படகைத் தாக்கி, வலையைக் கிழித்துவிடுவதுண்டு. மனிதர்களைத் தாக்கும். கரு கருப்பையில் தாயின் தொடர்பின்றி வளரும் முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். ஒரே சமயத்தில் 10 இலிருந்து 84 சிசுக்கள் வரை காணலாம்.

ஸ்வைர்னிடே (Sphyrnidae) குடும்பம்

சுத்தித் தலைச் சுறா (Hammer Head shark) வின் சுத்தி போன்ற நீண்ட தலையின் இரு ஓரங்களிலும் கண்கள் காணப்படும். மூக்கு தலையின் கீழுள்ளது. காற்று உட்புகும் துவாரம் கிடையாது. கரு கருப்பையில் தாயே வளர்த்துக் குட்டி போடும் முறையில் இனப் பெருக்கம் அடைகிறது. ஆழமற்ற கடலோரப் பகுதியில் வாழ்கிறது. 5.5 மீ. வரை நீளம் இருக்கும்.

துணை வரிசை: ஸ்க்வாலி பார்ம்ஸ் (Squaliformes)

ஸ்க்வாலிடே (Squalidae) குடும்பம்

முள்நாய் மீனின் (Spiny Dog Fish) ஒவ்வொரு மார்புத் துடுப்பும் ஒரு முள்ளுடன் காணப்படும். மலவாய்ப் புறத்துடுப்பு கிடையாது. மீன் வலைகளில் உள்ள மீன் களை அடிக்கடி தாக்கக் கூடும். மிகுந்த ஆழ்கடலிலும் காணப்படும். எட்டு பேரினங்களும் 50 இனங்களும் இக் குடும்பத்திலுண்டு. இளமையாக இருக்கும் போது உடம்பின் மேற்புறத்தில் வெள்ளைப் புள்ளிகள் தோன்றி, வளர வளர மறைந்து விடும். ஒவ்வொரு முள்ளுக்கும் அடியில் ஒரு நச்சுச் சுரப்பி உள்ளது. 20 இலிருந்து 24 ஆண்டுகள் வரை வாழக் கூடியது. கடல் விலாங்கு என்று இதன் மாமிசம் விற்கப்படுகிறது. ஒரு கருப்பையில் 4 முதல் 8 வரை குட்டிகள் வைத்திருக்கும். கூட்டம் கூட்டமாக வாழும்.

டாலாட்டிடே (Dalatiidae) குடும்பம்

தூங்கு சுறா (Sleeper shark) 200 முதல் 600 மீ. ஆழ முள்ள துருவக் கடலில் வாழும். கடல்தளத்தில் வாழும்

மீன்களையே உணவாகக் கொள்ளும். கரு கருப்பையில் தாயின் தொடர்பின்றி வளரும் முறையில் இனவிருத்தி அடைகிறது. இதில் 8 பேரினங்களும் 8 இனங்களும் உண்டு. முள் இல்லா நாய் மீனும் இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்தது.

எக்கினோரினிடே (Echinorhinidae) குடும்பம்

முட்புதிர் சுறா (Bramble shark) ஆணி போன்ற நீண்ட செதில்களைக் கொண்டது. முதுகுத் துடுப்பு வால் பகுதிக் கருகாமையிலிருக்கும் கூம்பு வடிவான வால் கொண்டது. 2 இனமே உண்டு. கரு கருப்பையில் தாயின் தொடர்பின்றி வளர்தல் முறையில் இனப் பெருக்கமடைகிறது. கடல் தரையில் 400 மீ. முதல் 900 மீ. வரை ஆழமுள்ள பகுதியில் காணப்படும்.

ஸ்க்வாட்டினிடே (Squatinidae) குடும்பம்

தேவதைச் சுறா (Angel Shark): இவை திருக்கைகளைப் போல் உள்ளன. உடம்பின் முன் பகுதி திருக்கையைப் போலவும், பின் பகுதி சுறாவைப் போலவும் தெரியும். 5 செவுள திறப்புகளும், நெஞ்சுப்புறத் துடுப்புக்கு அருகிலுள்ளன. முதுகுப்புறத் துடுப்புகள் வால் பகுதியிள்ளன. வால்புறத் துடுப்பு திசை திருப்பியாகப் (Rudder) பயன்படுகிறது. மலவாய்ப் புறத் துடுப்பு கிடையாது. ஒரு பேரினமும் 12 இனங்களும் உண்டு. இவை சுறா போல் கிடைமட்டத்தில் இடவலமாக அசைந்து நீந்திச் செல்லும். இவை கோடையில் கடலின் மேல் பகுதியிலும், குளிர் காலத்தில் கடலினடியிலும் வாழ்பவை. கடல் தரையில் வாழும் விலங்குகளையே

படம்-2 முட்டைப்பை

(அ) புள்ளி நாய் மீன் (ஆ) ஜாக்ஸன் துறைமுகச் சுறா (இ) நீலச் சுறா(வயிற்றுப் பகுதியுடன் உள்ளது) (ஈ) மென்மையான நாய் மீன் (குட்டிகள் உணவூட்டும் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.)

பிரிஸ்டியோவ்வோரிடே (Pristiophoridae) குடும்பம்

ரம்பச் சுறா (Saw Shark) நீண்ட உடம்பும் கத்தி போன்ற நீண்ட மூக்கும், அதன் இரு பக்கங்களிலும் ரம்பம் போன்ற பற்களும் கொண்டது. மலவாய்ப் புறத் துடுப்பு கிடையாது. இதில் 2 வகையும் 4 அங்கத்தினரும் உண்டு. இவை ரம்ப மீன் திருக்கையைப் போலிருப்பினும் அத்திருக்கை 1.5மீ. நீளத்திற்கு மேலிராது. ஆழ் கடலில் வாழ்வது. இதற்குக் கொடுத்துள்ள கத்தியைக் கொண்டு இக்கடல் தளத்தைக் கிளறிக் கடற்பாசி போன்றவைகளை ஈர்க்க உபயோகிக்கிறது.

பெரும்பாலும் உணவாகக் கொள்ளும். ஒரே கருப்பையில் 7 முதல் 25 சிசுக்கள் காணப்படலாம்.

இவற்றைத் தவிர நதிகளில் வாழும் சுறாக்களும் உள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை முரடன் சுறா (Ground Shark), கங்கைச் சுறா (Ganges Shark) என்பவையாகும். கங்கை நதியில் குளிப்பவர்களை அடிக்கடி தாக்கிக் கொன்று வரும். இது மணற் சுறாவைப் போன்றிருக்கும். இது ஆற்று நீரில் மட்டும் வாழ்வது. ஒவ்வொரு தாடையிலும் குறைந்தது 35 பற்களுண்டு.

வரிசை : பாடோய்டெய் (Batoidei)

திருக்கைகளும் (Rays) உளுவைகளும் (Skates) இக் குலத்தைச் சாரும். இவை தட்டையான தகடு அல்லது சாய்சதுர வடிவ (Rhombic) உடம்பு, 5 செவுள் திறப்புகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும். தலையின் மேற்பகுதியில் கண்ணும், அதற்குப் பின்னால் பெரிய காற்று உட்புகு துவாரமும் உண்டு. மலவாய்ப் புறத் துடுப்பும், வலப்புறத் துடுப்பும் இரா. இவை சுறாக்கள் போலல்லாது, அண்மைக் காலத்தில் தோன்றியவையாகும். கடலினடியில் கரையோரப் பகுதியில் வாழ்பவை. பலவரிசைப் பற்களை ஒரே சமயத்தில் பயன்படுத்தும். உண்மைத் திருக்கை (True rays) மட்டும் முட்டையை வெளியிலிட்டு இனவிருத்தி (Oviparous) செய்கின்றது. ஏனைய இதன் குடும்பங்கள் கரு கருப்பையில் தாயின் தொடர் பின்றித் தானே வளர்தல் (Ovoviviparous) முறையில் இனப்பெருக்கம் அடைகின்றன. கருக்கள் (Embryo) முதலில் சுறா மாதிரி நீண்டிருக்கும். கடலின் எல்லாப் பகுதிகளிலும், உவர்க்கழிமுகங்களிலும், ஆற்று நீரிலும் கூடக் காணப்படுகின்றன.

இதன் குடும்ப வகைகளாவன :

(1) பிரிஸ்டிடே (Pristidae) குடும்பம்

ரம்பமீன் (True saw fish) நீண்டு சுறா போலுள்ளது. மூக்கின் இருபுறமும் கத்தி போல் நீண்ட ரம்பப் பற்களைக் கொண்டது. நெருக்கி அமைக்கப் பட்டுள்ள சிறிய தாடைப் பற்களால் தளவரிசைப் பாதை போல் அடுக்கப்பட்டுள்ளது. சுறாக்கள் போல் நீந்திச் செல்லும். வெப்ப மித வெப்ப நீர்ப் பகுதியில் காணப்படும். ரம்பத்தை, தன்னைக் காக்கவும், தரையைப் பறிக்கவும் சிறிய மீன்களைக் கொன்று இரையாக்கவும் உபயோகிக்கின்றன. 8மீ. நீளமாகக் கூட இருக்கும்.

(2) ரினோபாட்டிடே (Rhinobatidae) குடும்பம்

வீணை மீன் (Guitar fish): சாட்டை போன்ற படர்ந்த முன் உடலும், உடம்பின் முழு நீளத்திற்குத் தலையோடும், உடம்பின் பக்கவாட்டில் இறுக இணைக்கப்பட்டுள்ள நெஞ்சுத் துடுப்பும், வால் பகுதி சுறா போல் உருண்டு திரண்டும், வால் புறத்தில் சம அளவுள்ள இரு முதுகுப்புற துடுப்புகளும், நன்றாக வளர்ந்துள்ள வால்புறத் துடுப்பும் இவற்றின் சிறப்பு இயல்புகளாகும். 9 பேரினமும் 45 இனமும் (Species) உண்டு. மிதவெப்ப நீர்ப் பகுதியின் கடல்தளத்தில் மணலும் சேறும் உள்ள இடங்களில் சிப்பி, நத்தை, ஆளி, கலுங்குகளை உண்டு வாழ்கின்றன. பலநிறத்தில் 80 மீ. ஆழம் வரை காணலாம். வேகமாக நீந்தும்போது நெஞ்சுத் துடுப்பைத் திருக்கைகள் போல் நீரிலடித்து உடம்பின் பின் பகுதியைச் சுறா போல் பக்கவாட்டில் அசைத்துச் செல்கிறது.

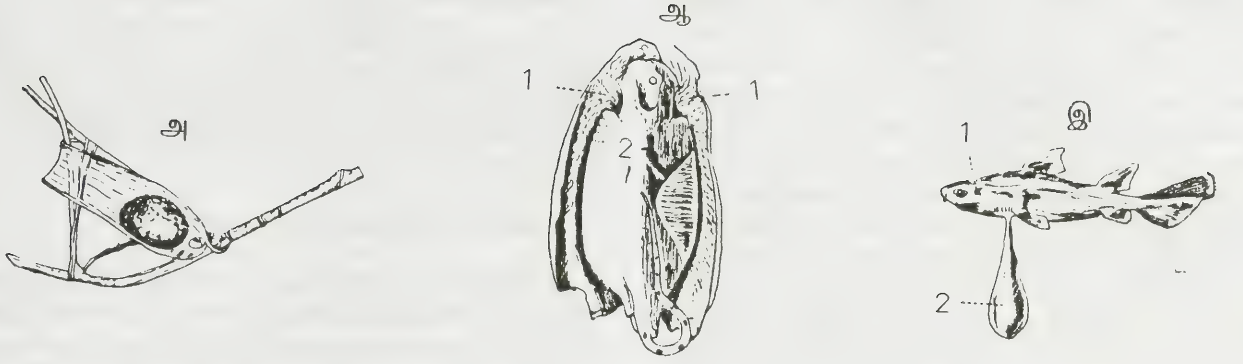
(3) டார்பிடினிடே (Torpedinidae) குடும்பம்

பலமான வாலும், திருக்கை போன்ற தட்டையான உடம்பும், ஒன்று அல்லது இரண்டு முதுகுப் புறத் துடுப்பும், செதிலற்ற வழவழப்பான தோலும், சிறிய கண்ணும், பட்டையாக அடுக்கப்பட்ட சிறிய பற்களும் கொண்டவை. மின்சாரத் திருக்கை (Electric rays) யைத்தொட்டால்அதிர்ச்சிஉண்டாக்கும்உறுப்புநெஞ்சுத் துடுப்புக்குக் கீழுள்ளது. இப்பகுதியிலுள்ள ஒன்றுவிட்ட ஒன்று சதைப் பகுதிகள் நேர் எதிர் மின் துருவங்களாக வேலை செய்து, 200 வோல்ட்டிலிருந்து (Volt) 2000 வோல்ட் வரை மின்சக்தி கொடுக்கின்றன. ஆழ்கடலில் வாழும் இவ்வினத்திற்குக் கண் கிடையாது. கண் கொண்ட மின்சாரத்திருக்கை (Eyed Electric Ray)க்கு, ஐந்து பெரிய கண்கள் முதுகுப் புறத்தில் உள்ளன. கருவை கருப்பையில் வைத்துத் தாயே வளர்த்துக் குட்டி போடுகிறது. ஒரு முட்டைப் பையில் 3 முதல் 21 சிசு வரை காணலாம். 50மீ. ஆழத்தில் ஆப்பிரிக்கக் கடற் கரைப் பகுதியில் காணலாம். மத்தியதரைக் கடலில் 20மீ. ஆழத்திற்குள் வாழும் மஞ்சள் நிறச் சலவைக் கல் போன்ற மின்சாரத்திருக்கை காணப்படுகிறது (Marbled Electric Ray). அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் பகுதியில் 250மீ. ஆழப் பகுதியில் கறுப்பு நிறமுள்ள மின்சாரத் திருக்கை (Black Electric Ray) காணப்படுகிறது.

மேற்குறிப்பிட்ட 3 குடும்பங்களையும், முக்கியமாக ரம்ப மீனும், வீணை மீனும் கொண்ட பேரினங்களை சங்கிலி இணைப்பு மீன்கள் (Link fishes) எனக் கூற லாம். சுறாக்களிலிருந்து சில பாகத்தையும் பெற்றிருப் பதால் அப்பெயர் பெற்றுள்ளன என நம்பப்படுகிறது. பரிணாம வளர்ச்சியில் சுறாக்கள் இவற்றின் மூல மாகத் தற்போது காணப்படும் திருக்கை இனங்களாகப் பிரிந்திருக்கின்றன எனக் கருதுகிறார்கள்.

ராஜிடே (Rajidae) - உளுவை

இவை தட்டைத் தகடு போன்ற உடலையும், தலை யின் பக்கங்களுடன் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளபரந்த நெஞ்சுத் துடுப்பையும் கொண்டவை. கடற்கன்னி யின் பை (Mermaids purse) என்றழைக்கப்படும் 20 செ.மீ. நீளமும், 15 செ.மீ. அகலமும், 7 செ.மீ. உயரமுமுள்ள இதன் முட்டைப் பைகளை கடற்கரை களில் ஏராளமாகக் காணலாம். புணர்ச்சியின் போது இவற்றின் அடிப்பகுதியே (Ventral) ஒன்றையொன்று நேரே ஒட்டி இணைகின்றன. இதன் முட்டைப் பை களின் நான்கு மூலையிலும் உள்ள குறுகிய கடினமான கொம்புகள் தரையில் குத்திப் பதிந்து கொள்ள உதவு கிறன. முட்டைப் பையினுள் கடல் நீர் உட்புகுந்து சிசுவிற்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜனை அளித்து அதன் கழிவுப் பொருள்களை வெளிக் கொணரும் அளவிற்கு நுண்ணிய துவாரங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் சிசு 15 மாதங்கள் இருந்து வளர்ந்து வெளிவருகிறது. பல உளுவைகளின் வால் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் திறன் பெற்றவை. அவற்றைக் கொண்டு எதிரி



படம்-3 (அ) புள்ளி நாய் மீனின் முட்டை (ஆ) கொட்டும் திருக்கையின் கருப்பை. (இ) முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த சுறா (1) காற்றுத்துளை (2) சத்துப்பை

களைத் தாக்கும். இது தரையில் பாதி புதைந்தும், பாதி நீர் மட்டத்திலும் இருந்தே இரை பிடிக்கவோ, தேடவோ செய்கிறது. நெஞ்சுத் துடுப்பை அசைத்து நீந்தினாலும், பறப்பது போல் காணப்படும். எனவே இவற்றை கடல் கழுகு (Sea eagle) என்றழைக் கிறார்கள். இவை நண்டு, இறால், ஆளி, கலுங்கு, சிப்பி முதலிய தரையில் வாழும் பிராணிகளையே உணவாகக் கொள்ளும். மித வெப்ப நீர்ப் பகுதியில் முக்கியமாக இங்கிலாந்து கலிபோர்னியா கடற்பகுதி யில் ஏராளமாகக் கிடைக்கும். சில 2000 மீ. ஆழத் தில் கூட வாழ்கின்றன. கடற்கரை அருகில், பழுப் பான மேற்புறத்தையும், வெண்மையான அடிப்புறத் தையும், முதுகின் நடுப்பகுதியில் முட்களும் கொண்டு நியூஜெர்சி (New Jersey) கடற்பகுதியில் கிடைக்கும் உளுவை கோடை உளுவை (Summer skate) எனப் படும். கலிபோர்னியா கடற்கரையில், முதுகின் மத்தியிலும், வாலின் பின்பகுதியிலும், மூக்கு முனை யிலும் குத்தும் முட்களைக் கொண்ட ஒரு வகை உளுவையைக் கலிபோர்னியா உளுவை (California skate) என்பர். வாலிலும், முதுகிலும் முட்களுடன், அடர்ந்த பழுப்புநிறமும், கறுப்புப் புள்ளிகளும் கொண்ட இவை அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் பகுதியில் காணப்படும். வர்ணங்களுடன், அலாஸ்கா (Alaska) ஆழ்கடல் பகுதியில் காணப்படுவது குத்தும் உளுவை (Prickly skate) யாகும். வட அட்லாண்டிக் பசிபிக் பெருங்கடலின் ஆழ்பகுதியிலுள்ள உளுவை, ஆழ் கடல் உளுவை (Abyssal skate) யாகும். முள் நாய், மீன் சுறா போன்று கூர்மையான மூக்குடைய உளுவை யைக் கூர்மூக்கு உளுவை (Sharp nosed skate) என்பர். கண் போன்ற புள்ளியைக் கொண்டு, இடம் விட்டு இடம் பெயர்ந்துகுளிர் நீர்ப் பகுதியைத் தேடிச் செல் லும் உளுவையைக் குளிர் உளுவை என்பர். வாலில் ஒரு வரிசை முள்ளுடன், 5மீ. நீளத்திற்குக் கூடக் காணப் படுவது வாத்து உளுவை (Flapper skate). குளிர் காலத்தில்தான் இவை முட்டையிடும். இவற் றின் கல்லீரலும், சதையும், ஐரோப்பாவில் அதிகம் விரும்பப்படுகிறது.

திருக்கை (Ray)

இவை ஆழ் கடலிருந்து ஆற்று நீர் வரை உள்ள எல்லா வித சூழ்நிலையிலும் நன்கு வாழும் திறன் பெற்றவை. கடலுக்கடியில் அதன் காற்று உட்புகும் துவாரத்தில் ஏற்படும் அசைவைத் தவிர வேறெந்த அசைவும் அறிய முடியாது. இரைதேடிச் சில சமயங்களில் இவை பறப்பது போல், அச்சுறும் அளவிற்கு விரைந்து நீந்தி வரக் கூடியவை. இவற்றின் மழுங்கிய கூர்மையற்ற மூக்கும், மனிதர்களைத் தாக்கும் குணமும், கரு கருப்பையில் தாயின் தொடர்பின்றித் தானே வளர்தல் முறையில் செய்யும் இனப்பெருக்க வழியும், இவற்றை உளுவை யினின்று வேறுபடுத்திக் காட்டும்.

திருக்கைகளின் சில முக்கியக் குடும்பத்தின் தன்மை களாவன:

பொட்டாமோட்ரிகோனிடே (Potamotrygonidae) குடும்பம்

ஆற்றுத் திருக்கையை (River rays) அடர்ந்த காடுகளில் வழியே செல்லும் நதிகளில் காணலாம். இவை நீண்ட வாலும், நச்சு முள்ளும் கொண்டு திறமையாக எதிரி களுடன் போராடும்.

டாசியாட்டிடே (Dasyatidae) குடும்பம்

சொட்டும் திருக்கைகள் - (Sting rays, whip rays) கடற்கரையின் மணற் பகுதியில் புதைந்து, மறைந்

திருந்து இரை பிடிக்கின்றன. இவை வட்டமான, பட்டம்போன்ற அல்லது வைரவடிவமான உருவத்தைப் பெற்றுள்ளன. நீண்ட சாட்டை போன்ற வாலும், அவ்வாலின் மேற்பகுதியில் நீண்ட நச்சு முட்களும், கொண்டவை. 25 செ.மீ. இலிருந்து 50 செ.மீ. வரை உருவில் பொதுவாகக் காணலாம். இடம் விட்டு இடம் பெயரும் பொழுது கூட்டமாக, நீரில் ஒரு வித இரைச்சலுண்டாகும்படியான வேகத்தில் செல்லக் கூடியவை இதில் 30 இனங்கள் (Species) உண்டு. 1.5மீ. அகலமுள்ள சாட்டை போன்ற மிருதுவான வால் கொண்ட நீலவர்ணக் கொட்டும் திருக்கை (Blue sting ray) எல்லாப் பெருங்கடல்களிலும் வெப்ப நீர்ப்பகுதியில் காணப்படுகிறது. 2 மீ. அகலமான, பழுப்பு நிறமுடைய நீல நிறப் புள்ளிகளும் வரிகளும் கொண்ட சாட்டைத் திருக்கைகளும் உள்ளன. இந்திய, பசிபிக் பெருங்கடல் கடற்கரைப் பகுதிகளில் இவற்றை இரவில் அதிகமாகக் காணலாம்.

யூரோலோபிடே (Urolophidae) குடும்பம்

வட்டமான கொட்டும் திருக்கை (Round sting rays)

இது கொட்டும் திருக்கையை விடச் சிறியதாகவும், உச்ச அளவு, 75 செ.மீ. நீளமும், தடித்த குட்டையான சதைப் பிடிப்புள்ள வாலும் பெற்றிருப்பதால் இதி லிருந்து வேறுபடுகிறது. இதில் 19 இனங்கள் உண்டு. மேற்கு இந்தியக் கடற்பகுதியில் இவை அடிக்கடி காணப்படும்.

ஜிம்னூரிடே (Gymnuridae) குடும்பம்

• வண்ணத்துப் பூச்சித் திருக்கை (Butterfly ray) கொட்டும் திருக்கையைப் போன்றது. ஆனால் உடம்பு சற்று அகலமானது. உடம்பின் பக்கங்களும், நெஞ்சுத் துடுப்பும் வர்ணத்தால் நிரப்பப்பட்ட இறகுகள் போல் தோன்றும். வால் குட்டையானது. இதில் 10 இனங்கள் உண்டு.இவை கரையோரப் பகுதியில் 4 மீ. அகலமுடை யவற்றைக் காணலாம்.

மைலியோபேட்டிடே (Myliobatidae) குடும்பம்

கழுகுத் திருக்கை (Engle ray) எல்லா வெப்ப, மித வெப்பக் கடல்களிலும் காணப்படும். நச்சுப் பொதிந்த முட்கள் நிரம்பிய சாட்டை போன்ற வாலும், 2 இலிருந்து 25 மீ. அகலமும், 360 கி.கி. எடையும் கொண்டதாகும். முத்துச் சிப்பிகளை (Oyster) விரும்பி உண்ணுவதற்கேற்ப தள்வரிசை போன்ற பல் வரிசை களைப் பெற்றுள்ளது. பக்கங்களும், நெஞ்சுத் துடுப்பும் இறகு போன்றிருக்கும். தலையும் அலகு போன்ற மூக்கும் உடம்பின் ஒரு தனிப் பகுதியாகும். கண்ணும், காற்று உட்புகும் மூச்சுத் துவாரமும் (Spiracle) தலையின் பக்க வாட்டில் உள்ளன. சாட்டை போன்ற நீண்ட மெல்லிய வால் சில முட்களுடனிருக்கும். இதில் 2 பேரினமும் 25 இனங்களுமுண்டு. 1 மீ. முதல் 1.5 மீ வரை அகலமும் 2 மீ. நீள வாலும் கொண்டதாகக் காணப்படும். இவை நீந்தும் போது நெஞ்சுத் துடுப்புகளிலும் அதன் பக்கங் களிலும் அலைநீர் மேல் படுவதில்லை. இவை நீரில் மேற்புறத்தில் சற்றுக் கீழேயே செல்லும் படியாக நீந்தும் உணவிற்காகக் கடலடிக்கும் செல்லக் கூடும்.

ரினோப்டெரிடே (Rhinopteridae) குடும்பம்

பசுமூக்குத் திருக்கை (Cow nosed ray) - 2 மீ. அகல மும், 45 கிகி. எடையும் பெற்றிருக்கும். நீண்ட வாலினடிப் பகுதியில் ஒன்று அல்லது இரண்டு முள் வலைக் கம்பி (Barb) இருக்கும். இவை வெப்பக் கடற் கரைகளில் காணப்படும்.

மோபுலிடே (Mobulidae) குடும்பம்

பேய்த்திருக்கை (Devil ray). இதன்மூக்கு இரு மெல் லிய பஞ்சு கற்றை போன்று பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதனு டைய கொம்புகள் (horns) அல்லது தலைத் துடுப்புகள் (head fins) கிடைமட்டத்தில் துருத்திக் கொண்டிருப்ப தோடு, மிகவும் அசையக் கூடியன. ஒன்றையொன்று ஒத்த பல பல்வரிசைகள் உண்டு. அகன்ற வாய் உண்டு. உடம்பின் நீளத்தைவிட வால் குட்டையாகும். வாலின் கடைப் பகுதியில் முதுகுத் துடுப்பு இருக்கும். கரு கருப் பையில் தாயின் தொடர்பின்றித் தானே வளர்தல் முறை இனப்பெருக்கம் (Ovoviviparous) பெறுகிறது. இதில் இரு பேரினங்கள் உண்டு. அரக்கத்திருக்கை (6 மீ. அகலம்) இருப்பினும் உண்பது நுண்ணுயிர் களையே (Plankton). பல்லுக்கு வேலையே கிடையாது. உணவைத் தேடி இரட்டையாகவோ, கூட்டமாகவோ, வாயைத் திறந்தபடியே போகும். நீரை விட்டு மேலே தாவிச் செல்லும். அவ்வாறு தாவி விழும்போது குண்டு போட்டால் போல் சப்தம் கேட்கும். உறிஞ்சி வாழும் நுண்ணுயிர்கள் (Copepods) இதனுடலில் ஒட்டி உறிஞ்சும்போது, ஏற்படும் தொந்தரவைப் போக்கவே இவ்வாறு இவை தாவுவதாகக் கருதப்படுகிறது.

அடுக்குச் செவுள் மீன்களில் உளுவை மீன்கள் மனித இனத்திற்கு இன்னல் கொடுப்பவை அல்ல. அதேபோல் திருக்கைகளையும் கூறலாம். இருப்பினும் அவற்றை அறிந்தோ, அறியாமலோ தொந்தரவு செய்ய நேர்ந் தால் வேதனை தரக்கூடிய அல்லது சில சமயம் மரணத்தையே ஏற்படுத்தக் கூடிய அளவிற்குக் கொத்தி விடக்கூடும். இவற்றில் அரக்கப்பேய்த் திருக்கை, திமிங் கிலச் சுறா போன்றவை அருகில்சென்றாலும் தீண்டுவது கிடையாது. 350 விதமான சுறாக்களும், 340 விதமான திருக்கைகளும், உளுவைகளும் இருந்தாலும் மனிதர் களைத் தொந்தரவு செய்பவை ஏறத்தாழ 50 விழுக் காடே எனக் கூறலாம். இருந்த போதிலும் மனிதகுலம் கொண்டிருந்த பயம், வெறுப்பு முதலியன காரணமாக, இவற்றின் மாமிசத்தை ஒதுக்கி வந்திருந்தார்கள். இருப்பினும் கடலோரப் பகுதியிலுள்ள நாடுகளில், இவற்றின் மாமிசம் வேறொரு பெயரில் விற்கப்பட்டது. (எடுத்துக்காட்டாக நாய் மீன் சுறாவின் மாமிசம் கடல் விலாங்கினுடையது என்று விற்கப்பட்டது). ஆனால் தற்போது அடுக்குச் செவுள் மீன்களின் மாமிசம் எல்லா விலையுயர்ந்த சாப்பாட்டு விடுதிகளிலும், பட்டீஸ் (Patties), சுறாப் பொரியல் (Fried shark),

சலாடு (Salad), ரசம் (Soup), சுட்ட சுறா, திருக்கை, (Smoked shark, ray), உப்பிட்ட சுறா (Salted shark) திருக்கை, சுறா குழம்பு (Sauce), உளுவை பொரியல், வறுவல் (Skate fry) என்ற பெயர்களில் உலகெங்கும் விரும்பி எடுக்கப்படுகிறது. இதையன்றி, பசுவால் திருக்கை (Cow tail ray), முத்துத் திருக்கை (pearl ray) போன்ற பல சுறாக்களின் தோல் முரசின் தோலாகவும், கத்தி உறையாகவும் பயன்படுகிறது. இவற்றினுடைய வால், பல், தோல் பற்கள் முதலியன உயர்ந்த அணிகலன்களாகவும், கிளாஸ்பர், மூளை, பல் விலை மதிக்கப் பெற்ற மருந்துகளாகவும் பயன்படுகின்றன. கல்லீரல் எண்ணெய் உயர்ந்த வைட்டமின் நிறைந்த சத்துப் பொருளாகக் கருதப்படுகிறது. இவற்றின் செதில்கள் பக்குவமாகப் பதனிடப்பட்டு, உப்புக் காகிதம் போன்று உராய்வுப் பொருளாகவும் பயன் பட்டு வருகின்றன. இவ்வாறு பல வகையிலும் இவை பலன் தருவதால், மீன்பிடிப்புத் தொழிலில் இவ்வினங்களுக்கு மதிப்பு அளிக்கப்பட்டது. இவற்றைப் பிடிப்பது கடினமாயிருப்பினும் பழமையான தூண்டில் முறையிலிருந்து நவீன எந்திர முறை வரை உள்ள எல்லா முறைகளிலும் பிடிக்கப்படுகின்றன. கடலோரப் பகுதியில் குளிப்பவர்களை இவற்றின் தாக்குதலிலிருந்து காத்திட, இம்மீன்பிடிப்பை உற்சாகப்படுத்தினார்கள். இவ்வினங்கள் அழிந்து விடுமோ என்று ஐயுறுமளவிற்கு ஏராளமாகப் பிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன. இம்மாதிரி இம்மீன்களை அழிப்பதை நிறுத்தாவிடில் 300 மில்லியன் ஆண்டுகளாகக் கடலில் ஆதிக்கம் செய்து வந்த அடுக்குச் செவுள் மீன்கள் மறைந்து விட நேரிடும்.

ஜி.வி.இ.

நூலோதி

1. **Harmar, S.F., and Shipley, A E.,** *The Cambridge Natural History*, Vol. 7, 1968
2. **Gilbert, R. W., Mathewson, R. F., and Rall, D. P. (Eds),** *Sharks, Skates and Rays*— Published by Hopkins press, Baltimore, 1967.
3. **Halstead, B.W.** *Dangerous Marine Animals*, Published by Cornell Maritime press, Maryland, 1980.
4. **Mccormic, T.W., Allen T., and Capt. Young, W.E.** *Shadows in the Sea* Published Sidgwick and Jackson, London, 1963.
5. **Budker, P.,** *The Life of Sharks,* Published by Weidenfeld and Nicolson, London, 1971.
6. **Daniel, J.F.** *The Elasmobranch Fishes,* Univ. California press, 1934.

அடுக்குத் தொடர்

கணிதத்தில் வரம்பிலித் தொடர் (Infinite Series) என்பது வரம்பிலி எண்ணிக்கை உறுப்புகளைக் கொண்ட $1 + x + x^2 + \ldots\ldots$ என்ற பல்லுறுப்புக்கோவை (Polynomial) போன்று அமைப்பு உடையதாகும். இத்தொடர் அடுக்குத்தொடர் (Power series) எனப்படும். x-இன் அனைத்து மதிப்புகளும், ஒரு குறிப்பிட்ட மாறிலிக்குக் (Constant) குறைவாகக் இருந்தால் கொடுக்கப்பட்டுள்ள அடுக்குத் தொடர் குவியும் தொடராகவும் (Convergent series), அதிகமாக இருந்தால் விரியும் தொடராகவும் (Divergent series) இருக்கும். இந்த மாறிலியை விகித சோதனை (Ratio test) மூலம் கண்டறியலாம்.

$a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \ldots\ldots$ என்ற a_i-ஐக் கெழுக்களாகக் கொண்ட ஒரு பொதுவான அடுக்குத் தொடர் ஆகும். விகித சோதனையின்படி

$$|x| < \operatorname*{Lt}_{n\to\infty} \left| a_n \big/ a_{n+1} \right| = r$$

என்றவாறு உள்ள x-இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் இந்தத் தொடர் குவியும் தொடராகும். இங்கு r என்பது குவிய ஆரம் (radius of convergence) எனப்படும். $1 + x + x^2 + \ldots\ldots$ என்ற பெருக்குத் தொடரின் குவிய ஆரம் ஒன்று. இதனுடைய குறு வடிவம் $1/(1-x)$ ஆகும்.

விகித சோதனையின்படி $1+x/1!+x^2/2!+x^3/3!+\ldots\ldots$ என்ற தொடர் x-இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் குவியும் தொடராகும் ஏனென்றால்

$$\underset{n\to\infty}{\text{எல்லை}} \left| 1/n! \big/ 1/(n+1)! \right| = \underset{n\to\infty}{\text{எல்லை}} (n+1) = \infty$$

சில இடைவெளிகளில் (Intervals) பெரும்பான்மையான சார்புகளை அடுக்குத் தொடராக விவரிக்கலாம். இதுபோன்றதொடர்களின் கெழுக்களைக் (Coefficient) கீழ்க்கண்ட முறைகளில் கண்டறியலாம்.

$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots\ldots$ என்ற தொடரின் கெழுக்களை $x = 0$ என $f(x)$, $f'(x)$, $f''(x)$, ... என்ற தொடர்களில் பதிலிட முறையே a_0' a_1' a_2' a_3'......... ஆகியவற்றின் மதிப்பு கிடைக்கும். எடுத்துக் காட்டாக $f(x) = \sin x$ என்ற தொடரின் கெழுக்கள்

$$f(0) = \sin 0 = 0$$

$$f'(0) = \cos 0 = 1$$

$$f''(0) = -\sin 0 = 0$$

$$f'''(0) = -\cos 0 = -1$$

எனவே $\sin x = x - x^3/3! + x^5/5! - \ldots\ldots$ எனக் கிடைக்கும். x-இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் ஒரு தொடர் குவியும் தொடரானாலும் சில மதிப்புகளுக்கு மிகவும் மெதுவாகக் குவியும். x-இன் அடுக்குகளுக்குப் (Power)பதிலாக $(x-c)$ இன் அடுக்குகளைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் c என்பது கணக்கிடுவதற்காக முடிவு செய்யப்பட்ட மதிப்பிற்கு மிக அருகில் உள்ளதாகும். இந்தவகையில் அடுக்குத்தொடரின் கெழுக்கள் $f^{(i)}(c)/i!$ ஆகும். Sin65°-யைக் கணக்கிடுவதற்காக இதைப் பயன்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக $c = \pi/3$ ரேடியன் $(= 60°)$ ஆனால் $x\text{-}c = \pi/36$ ரேடியன் $(=5°)$ ஆகும்.

எனவே $\sin 65° = 3/2 + \frac{1}{2}(\pi/36) - \frac{3}{2}(\pi/36)^2 + \ldots\ldots$

எனக் கொடுக்கிறது. ஈருறுப்புத் தொடர் (Binomial Series) ஒரு முக்கியமான அடுக்குத் தொடராகும்.

$$1 + mx + \frac{m(m-1)}{1\cdot 2}x^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+ \frac{m(m-1)(m-2)\ldots\ldots\ldots(m-n+1)}{n!}x^n + \ldots\ldots\ldots$$

m ஒரு நேர்ம எண்ணாக (Positive integer) இருக்கும் போது இத்தொடர் $(m+1)$ உறுப்புகளின் கூடு தலைக் கொண்ட $(1+x)^m$ ஈருறுப்புத் தேற்றமாகும். m நேர் முழு எண்ணாக இல்லையெனில் $-1<x<1$ குவியும் இடைவெளி ஆகும். இத்தொடரின் கூட்டுத் தொகை $(1+x)^m$ ஆகும்.

ஓர் அடுக்குத் தொடரின் கூடுதல் சார்பு அதன் குவிய இடைவெளியில் தொடர்ச்சியானதாகும் (continuous). இடைவெளியின் ஏதாவது ஒரு முனையில் தொடர் குவியமானால் அத்தொடரின் சார்பு அந்த முனையில் தொடர்ச்சியானதாகும். குவிய இடைவெளியின் உள் பக்கத்தில் அடுக்குத் தொடரை உறுப்பு வாரியாகத் தொகைப்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக,

$$\frac{1}{(1-x)} = 1 + x + x^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + x^n + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

என்ற தொடரிலிருந்து $-1<x<1$ என்ற மதிப்புக்கு வகையீடு செய்தால் $\frac{1}{(1-x)^2} = 1 + 2x + \ldots\ldots\ldots\ldots + nx^{n-1} + \ldots\ldots\ldots\ldots$ என்ற தொடரும், தொகையீடு செய்தால் $\log(1-x) = -x - x^2/2 - x^3/3 \ldots\ldots\ldots\ldots - \frac{x^{n+1}}{n+1} - \ldots\ldots\ldots$ என்ற தொடரும் கிடைக்கும்.

$x=-1$ எனும்போது இத்தொடர் குவியும் தொடராதலால் $\log 2 = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \ldots\ldots\ldots\ldots$

எனவாகும். காசி (Cauchy) பெருக்கல் விதியைப் பயன்படுத்தி இரண்டு அடுக்குத் தொடரைக் கூட்டலாம் அல்லது பெருக்கலாம். கொடுக்கப்பட்ட $\Sigma a_n (x-c)^n$, $\Sigma A_n (x-c)^n$ என்ற இரண்டு அடுக்குத் தொடரின் குவிய இடைவெளிகளில் சிறிய குவிய இடைவெளியில் விளைவுத்தொடர் (Resultant series) குவியும் தொடராகும். இரண்டாவது தொடர் $x=c$ என்ற புள்ளியில் பூச்சியமாகாமல் இருக்கும்போது முதல் தொடரை இரண்டாவது தொடரால் வகுக்கலாம். வகுப்பதால் கிடைக்கும் தொடர் பூச்சியமல்லாத குவிய இடைவெளியைப் பெற்றிருக்கும்.

ஓர் அடுக்குத்தொடரைத் தலைகீழ் தொடராக்க, அதாவது $y = \Sigma a_n (x-c)^n$ ஆனால் $(a\neq 0)$ $x = \Sigma b_n (y-a_o)^n$ என்ற தலைகீழ் தொடர் (Inverse Series) கிடைக்கும். இங்கு $b_o = c$

கலப்பெண் அடுக்குத்தொடர் (Complex power series)

$\Sigma u_n = \Sigma a_n z^n$ என்ற தொடர் கலப்பெண் மாறியின் (Complex variable) பகுப்பாய்வு சார்புக் கோட்பாட்டில் மிகவும் பயன்படுகின்றது. பொதுவாக $(z-c)$ -இன் துணைகொண்டு $\Sigma u_n = \Sigma a_n (z-c)^n$ என்ற அடுக்குத் தொடர் உருவாகும். இங்கு $a_n = p_n + iq_n$; $z = x+iy$ ஏதாவது ஒரு கலப்பெண் ஆகும்.

$A =$ எல்லை $\left|\frac{a_n+1}{a_n}\right|$ அல்லது எல்லை $n\sqrt{|a_n|}$

எனக் கொண்டால் $R = 1/A$ என்பது குவிய ஆரம் ஆகும். A முடிவான, பூச்சியமில்லாத மதிப்பானால் R-ம் அவ்வாறே ஆகும். $z-c<R$ என்றவாறு உள்ள குவிய ஆரத்திற்குள் தொடர் குவியும். $A = 0$ எனும் போது z-இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் இந்தத் தொடர் குவியும். $A = \infty$, $R = 0$ எனும் போது $z = c$ என்ற மதிப்பைத் தவிர மற்ற மதிப்புகளுக்குத் தொடர் குவியாது. எடுத்துக்காட்டாக $\Sigma n! z^n$ என்ற தொடர் $z = 0$ என்ற மதிப்புக்குக் குவியும் தொடராகும்; மற்ற மதிப்புகளுக்கு இந்தத் தொடர் குவியாது.

சார்புகளை தோராயப்படுத்துவதற்கும் π,e போன்ற மாறிலிகளைக் கணக்கிடுவதற்கும் வகைக் கெழுச் சமன்பாடுகளைத் தீர்ப்பதற்கும் அடுக்குத் தொடர்கள் மிகவும் பயன்படுகின்றன.

நூலோதி

1. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol, 12, Mc Graw-Hill Inc. 1982.
2. *Encyclopaedia Britannica*, Vol. VIII, Encyclopaedia Britannica Incorporation, Chicago, 1982.

அடுக்குமுறைப் பயிர் சாகுபடி

வேறுபட்ட புற அமைப்பியல் பண்புகளையும் (Morphological characters), வாழ்வியல் பண்புகளையும்

(Physiological characters) கொண்ட வெவ்வேறு வகையான பயிர்களைப் பல அடுக்குகளில் பயிரிடும் முறைக்கு அடுக்குச் சாகுபடி முறை (Tier system cultivation) என்று பெயர். இந்த முறையில் ஒவ்வொரு பயிரின் விதமான அமைப்பு (Canopy orientation), வேர் பரவுதல் (Root spread) ஆகியவற்றிற்குத் தக்கவாறு, சூரிய ஒளியையும், மண்ணிலுள்ள ஊட்டச்சத்துக்களையும் அவ்வவற்றிற்குச் சாதகமான அளவில் பகிர்ந்து பயன்படுத்திக் கொள்வதற்கான சூழ்நிலை ஏற்படுகிறது. பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பளவு நிலத்திலிருந்து மிக அதிகமான மகசூலை வெவ்வேறு பயிர்களிலிருந்து பெறுவதே இத்திட்டத்தின் முக்கிய நோக்கம். தோழமைப் பயிர்களைப் பயிரிடுவதனால் சூரிய ஒளி, நீர், மண்வளம் போன்றவை நல்ல முறையில் ஏறக்குறையச் சமமாக அவற்றினால் பகிர்ந்து கொள்ளப்படுகின்றன.

பலபயிர் சாகுபடித் திட்டப் பயிர்கள்

1) **பயிர் அமைப்புத் திட்டம்** (Cropping System) : குறிப்பிட்ட நிலத்தில், இயற்கையாகக் கிடைக்கக்கூடிய நிலம், நீர், சூரிய வெளிச்சம் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி விதை, உரம் போன்ற இடு பொருள்களை வேளாண்மைச் சார்புடைய தொழில்களுக்கு ஏற்பப் பயன்படுத்தி, பயிர்களைத் திட்டமிட்டுச் சாகுபடிசெய்வது பயிர் அமைப்புத் திட்டமாகும். இந்தப் பகுதிக்கு ஏற்றவாறு பயிர்களையும் அதற்குண்டான சிறந்த வகைகளையும் தேர்ந்தெடுத்துச் சாகுபடி செய்தல் மிகவும் முக்கியம்.

2) **பயிர் மாதிரி முறை** (Cropping Pattern), ஒரு குறிப்பிட்ட நிலத்தில் குறிப்பிட்ட காலத்தில் என்னென்ன பயிர்களை எப்படிப் பயிர் செய்யலாம் என்பதே பயிர் மாதிரி முறையாகும். இதைப் பொதுவாக ஒரே காலத்தில் நிகழ்கிற (அ) ஊடுபயிர் முறை (Intercropping), (ஆ) தொடர்ச்சியான பயிர்முறை (Sequential cropping) எனப் பிரிப்பது வழக்கம்.

அ. **ஊடு பயிர் முறை** (Intercropping): இம்முறையில் ஒரே காலத்தில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பயிர்களை ஒரே நிலத்தில் பயிர் செய்வர். இதைக் கலப்புப் பயிர் முறையாலும் (Mixed cropping), வரிசை ஊடு பயிர் முறையாலும் (Row intercropping), தொடரான ஊடு பயிர் முறையாலும் (Relay intercropping), அடுக்குச் சாகுபடி முறையாலும், அகன்ற வரிசை ஊடுபயிர் முறையாலும் (Strip cropping) பயிர் செய்வது வழக்கம்.

ஆ. **தொடர்ச்சியான பயிர் முறை** (Sequential cropping) பயிர்களைத் தொடர்ச்சியாக ஒன்றன்பின் ஒன்றாக ஓர் ஆண்டில் பயிரிடுவதாகும். இம்முறையால் ஒரு பயிரை அறுவடை செய்த பின்பே அடுத்த பயிரை விதைக்க வேண்டும்.

நூறு சதத்திற்கு மேல் நிலத்தைப் பயன்படுத்தும் திறனுக்கு அடுக்குச் சாகுபடி முறை ஒரு சிறந்த வழியாகும். இதில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் உற்பத்தியைப் பெருக்குவதால் வெவ்வேறு உயரத்தில் வளரக்கூடிய பயிர்கள் ஒருங்கே வளர்க்கப்படும். இம்முறையில் நிலமும், நீரும் முறையாகப் பயன்படுத்தப்படும். சான்றாகத் தென்னை-கோக்கோ-தீவனப் பயிர்களை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இத்திட்டத்தில் தென்னை அதிக உயரத்தில் வளரும். இதற்கடுத்த் உயர் மட்டத்தில் கோக்கோ வளர்க்கப்படுகிறது. தரை மட்டத்தில் பசுந்தீவனம் வளர்க்கப்படுகிறது. தென்னை, நெல், பாக்குத் தோப்புகளில் ஏலக்காய், மிளகு, கொய்யா, பயறு வகைகளை வளர்ப்பது மற்றோர் எடுத்துக்காட்டாகும். இதைப் போல் துவரை, மக்காச்சோளம், வெண்டை போன்ற பயிர்களை ஒன்றாக வளர்க்கலாம். இதில் ஒருசில குறைபாடுகளும் உள்ளன. பொதுவாக உயரம் மிகுதியாக உள்ள பயிர்களினால் ஏற்படும் நிழல், உயரம் குறைவாக வளரும் செடிகளின் வளர்ச்சியையும், மகசூலையும் பாதிக்கும் என்பதில் ஐயமில்லை.

இச் சாகுபடி முறையை மேலும் மேம்படுத்துவதற்கு நிழலைத் தாங்கி வளரும் பயிர் வகைகள், பொருத்தமான பயிர் இணைப்புகள், செயற்கையாக ஒளியைத் தரும் பொறிகள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்திக் கொள்வது அவசியமாகும்.

உயரமாக வளரும் மரங்களின் வளரியல்பு அவற்றின் கீழ் வளரும் பயிர்களுக்குப் போதிய ஒளி தடைபடாத அளவிற்கு அமையவேண்டும். அடுத்தடுத்து அடி மட்டங்களில் ஒளி தடைபடாத அளவிற்கு அமையவேண்டும். அடுத்தடுத்து அடி மட்டங்களில் வளரும் பயிர்கள் குறைவான சூரிய ஒளித் தேவையைக் கொண்டவையாகவும் நிழலைத் தாங்குபவையாகவும் இருத்தல் அவசியம்.

தென்னை, மிளகு, கோக்கோ, அன்னாசி பயிர்கள் இணைந்த திட்டம் அடுக்குச் சாகுபடி முறைக்கு ஏற்றதாகும். இரண்டு வேர் விட்ட மிளகுக் கிளைத் துண்டுகளை ஒரு தென்னை மரத்தின் இரு பக்கங்களில் 75 செ.மீ. இடைவெளி விட்டு நடவேண்டும். மிளகுச் செடிகள் மேற்கொண்டு வேர்விட்டுச் சிறிது வளர்ந்ததும் அவற்றைத் தென்னை மரத்தின் மேல் படரவிட வேண்டும். இரு மரங்களுக்கிடையே கோக்கோ நாற்றுகளையும் அன்னாசி செடிகளையும் நடவேண்டும்.

இம் முறையில் ஓர் ஹெக்டேரில் 175 தென்னை மரங்களும், ஒரு வரிசை நடவில் 350 அல்லது 600 கோக்கோ மரங்களும், இரண்டு வரிசை நடவில் 3,500 அன்னாசிச் செடிகளும், ஒவ்வொரு தென்னைக்கு ஒரு மிளகுச்செடியும் ஆகப் பயிரிடலாம்.

அடுக்குமுறைச் சாகுபடி (Tier system of Cultivation)

1. தென்னை; 2. மிளகுச் செடி; 3. கொக்கோ மரம்; 4. அன்னாசி,

10 மீட்டர் உயரத்திற்கு மேல் வளர்ந்துள்ள தென்னை மரங்கள் பயிர் அடுக்குகளைப் பொறுத்த மட்டில் அவற்றின் மேலடுக்குப் பயிராகக் காணப்படும். மிளகுச் செடி 6-8 மீட்டர் உயரம் வரை வளருமாகையால் இது பயிர் அடுக்கில் இரண்டாவது அடுக்கைக் குறிப்பதாகும். கோக்கோ மரம் 2.5 மீட்டர் உயரம் வரை வளர்கின்ற காரணத்தால் இது மூன்றாவது அடுக்கைக் குறிக்கும். அன்னாசிச் செடிகள் ஒரு மீட்டர் உயரம் வரை வளர்கின்றன. இவை நான்காவது அடுக்காக அமைகின்றன.

அடுக்குச் சாகுபடி முறையில் பயிர்கள் படர்வதையும் குத்துயர இடைவெளியில் வளரும் தன்மையும், சூரிய ஒளியை எடுக்கும் தன்மையையும் மட்டுமே கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுவதோடல்லாமல் அவற்றின் வேர்கள் பாயும் ஆழத்தையும் சுற்றளவையும் கவனத்திலிருத்திக் கொள்ளவேண்டும். 1970ஆம் ஆண்டு கேரளாவில் காசர்கோடிலுள்ள மத்திய மலைத் தோட்டப் பயிர்களின் ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் அடுக்குச் சாகுபடி பற்றி ஓர் ஆய்வு நடத்தப்பட்டது. இந்த ஆராய்ச்சியிலுள்ள பயிர்களின் மகசூல் தன்மை கீழ்க் குறிப்பிடும் பட்டியலில் (1) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பட்டியல் 1

ஓர் ஆண்டில் ஓர் ஹெக்டேர் அடுக்குச் சாகுபடியில் கிடைத்த மகசூல் விவரம்

பயிர்கள்	ஓர் ஹெக்டேரில் உள்ள பயிர்களின் எண்ணிக்கை	மகசூல்	
		அலகு	அளவு
தென்னை	176	தேங்காய்களின் எண்ணிக்கை	21,000
கோக்கோ	600	காய்ந்த விதைகளின் எடை (கிலோ)	400
மிளகு	175	காய்ந்த மிளகின் எடை (கிலோ)	100
அன்னாசி	3500	பழங்கள் (கிலோ)	5,000

ஒவ்வொரு பயிரையும் தனியாகப் பயிரிட்டால் எவ்வளவு உரம் இட வேண்டுமோ அவ்வளவு உரம் மேற்கூறப்பட்ட முறையில் பயிரிடும்பொழுது இடுதல் வேண்டும்.

அடுக்குச் சாகுபடித் திட்டத்தால் விளையும் நன்மை களாவன: பொதுவாகப் அடுக்குச் சாகுபடித் திட்டத் தால் மிகுதியான வருமானமும், சாதகமான வருமான விகிதமும் ஏற்படுகின்றன. ஒரு பொருளையே விற்பனைக்குக் கொண்டு செல்ல இருப்பதால் ஏற்படும் விலைச் சரிவைத் தடுக்கும் சூழ்நிலையும், மிகுதியான வேலைவாய்ப்பும் கிடைக்கும். நீரைப் பயன்படுத்து வதிலும், களை ஒழிக்கும் முயற்சியிலும் செயல்திறன் அதிகரிப்பதையும் காணலாம். மிகுதியான பயன்தராத இடுபொருள்களையும் ஓரளவு பயன்படுத்தும் வாய்ப்பு இத்திட்டத்தில் ஏற்படுகின்றது.

இறவைப் பாசனம் கொண்டு கலப்புப் பண்ணை முறையில் சாகுபடி செய்து தென்னையை மட்டும் ஒரு பயிர்த்திட்டமாகப் பயிரிட்டதில் ரூபாய் 6050 நிகர வருமானம் கிடைத்துள்ளது. தென்னையும் கோக்கோ வையும் பயிரிட்டதில் ரூபாய் 4300 நிகர வருமானம் கிடைத்துள்ளது. ஆனால், அடுக்குச்சாகுபடி முறையில் தென்னை, கொக்கோ, அன்னாசி அல்லது செந்தாழை, மிளகு போன்ற பயிர்களைச் சாகுபடி செய்ததில் ரூபாய் 17,230 நிகர வருமானம் கிடைத்துள்ளது.

உ.அ.

நூலோதி

1. **Dastane, N.G.** *Multistoried Cropping in Multiple Cropping*. Procedings of a Symposium held at Hariyana Agricultural University, Hissar, 36-37, 1972.
2. **Anonymous.** *Recent Research on Multiple Cropping*. ICAR, New Delhi, 1976.
3. **Sudhir sen.** *Reaping the Green Revolution-Food and Jobs for all*. p. 5, Tata McGraw-Hill Co., New Delhi, 1975.
4. **Ahamad Bavappa, K.V.** *Coconut in Indian Economy*. Intensive Agriculture XIV (9): 4-5, 1976.
5. **Thomas Verghese, P.** *Intercropping in Coconut Garden*. Intensive Agriculture XIV (9): 11-13, 1976.
6. **Nair, P.K. Ramachandran,** *Intensive Multiple Cropping with Coconuts in India:* Principles, Programmes and Prospects, Berlin, Hamburg 1979.
7. **Mundinmani P S.** *Cropping Pattern in India*. Yojana 27 (9); 19-20, 1983.
8. **Subbiah B.V. and M.S. Suchdev.** *Increasing Efficiency of Fertilizer* Nitrogen Use under Multiple Cropping System, 1983.

அடுப்பு

எரிவித்திடும் சாதனத்தின் முதன்மையான கூறாக அமைவது அடுப்பாகும் (Burner). பலவகையான கழிவு களை (wastes) எரிக்கத் தனித்தன்மை வாய்ந்த அடுப்பு கள் இருக்கின்றன. எனினும் அடுப்பு என்ற சொல் லிற்கு வழக்கமான பொருள் யாதெனில் வெப்பம் உண்டாவதற்காக, காற்றினுடன் எரி பொருள்களைச் சேர்த்து எரிவிக்கும் கருவி என்பதாகும்.

எண்ணெய் மற்றும் வாயு அடுப்புகள் (Oil and Gas Burners)

உலையினுடைய (furnace) செங்குத்தான சுவர்களில் (vertical walls) வழக்கமாக அடுப்புகள் அமைந்துள்ளன. இவ்வடுப்புகள் எரிபொருளையும் (fuel) காற்றையும் உலைக்குள் செலுத்திமிக்க செயல்விளைவுடைய வெப்ப வெளிப்பாட்டிற்கான வேதிவினைகளைத் (exothermic chemical reactions) தொடர வைக்கின்றன. கீழ்க்கண்ட கூறுகளால் அத்தகைய செயல்விளைவு உண்டாகிறது:

1) எரிபொருளையும் காற்றையும் செலுத்தும் வீதம் (The rate of feed of fuel and air) முன்னரே தீர்மானிக் கப்பட்ட இயக்க எல்லையில் (Operating range) கொதி கலனின் (Boiler) சுமைத்தேவைக்கு ஏற்ப (Load demand) அமையவேண்டும்.

2) எரியும் திறம் எவ்வளவு உயர்ந்த அளவில் முடி யுமோ அவ்வளவு உயர்ந்த அளவில் இருக்கவேண் டும். இதனுடன் எரிந்த பின் தோன்றும் விளை பொருள்களில் குறைந்த பட்சக் கூடுதல் காற்றும் (minimum excess air), குறைந்த அளவிலான எரியாத ஆனால் எரியத்தக்க எரிபொருளும் ((minimum of unburned combustibles) இருக்கவேண்டும்.

3) உலை மற்றும் அடுப்புகளினுடைய உருவ அள வும் சிக்கலான அமைப்பும் (Physical size and complexity of the furnance and burners) எவ்வளவு எளிமை யாக இருக்க வேண்டுமோ அவ்வளவு எளிமையாக இருக்கவேண்டும்; அப்போது தான் தேவையான முத லீட்டைக் (investment) குறைக்க இயலும்; இயங்கு நிலையில் தேவையான இடக்கட்டுப்பாடு (Limitations on space), எடை (weight), எளிதில் கையாளத்தக்க தன்மை (flexibility) ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

4) அடுப்புகளின் வடிவமைப்பு (design), அவற் றில் பயன்படுத்தப்பட்ட பொருள்கள் ஆகியவை

குறிப்பிட்ட இயங்கு நிலையில் நம்பத்தக்க இயக்கத்தை வழங்குவதற்கு ஏற்றபடி இருக்கவேண்டும். மேலும் உலைகளும் அவ்வுலைகளில் பொருத்தப்பட்ட அடுப்புகளும் பராமரிப்பிற்கு ஏற்புடையவையாக இருக்க வேண்டும்.

5) அடுப்புகள், உலை, கொதிகலன் ஆகியவற்றைத் தொடங்கும் போதும், சுமை வேறுபாடுகளின் போது நிறுத்தும்போதும், எரிபொருள் வேறுபாட்டின் போதும் (variations in the fuel) பாதுகாப்பான இயக்கம் முக்கியமானதாகும்.

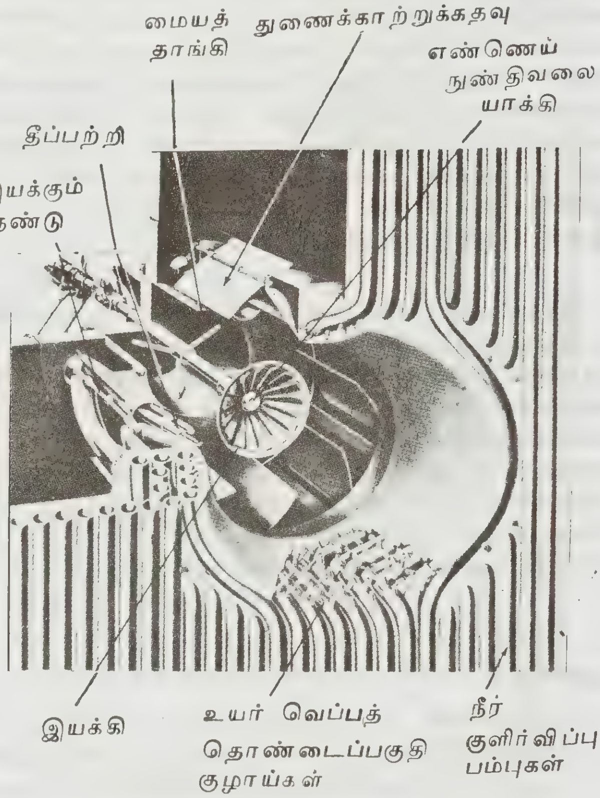
வேறுபடும் சுமைத்தேவைகளுக்கேற்ப (varying load demands) வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் நீராவி ஆக்கி (steam generator) வேறுபட்ட ஆக்க அளவுகளில் (different outputs) இயங்குவது அவசியமாகும். அடுப்பினுடைய குறிப்பிடப்பட்ட இயங்கு எல்லை அல்லது ''சுமை எல்லை'' (Operating range or load range) என்பது அடுப்பினுடைய முழுச்சுமைக்கும் (full load), அவ்வடுப்பு விரும்பத்தக்க அளவில் இயங்குவதற்கு வேண்டிய குறைந்த சுமைக்கும் (minimum load) உள்ள வீதத்தொடர்பு (ratio) ஆகும். உதாரணமாக 100,000 பவுண்டுகள்/மணி கொள்ளவுடைய (வழங்கிடும் நீராவி) கொதிகலனுக்கு அடுப்பினுடைய சுமை எல்லை 4க்கு என்பதன் பொருள்யாதெனில் இயங்கும் போது அடுப்பின் எண்ணிக்கையை மாற்றம் செய்யாமல் இத்தொகுதியினை 100,000 பவுண்டுகள்/மணி முதற் கொண்டு 25,000 பவுண்டுகள்/மணி வரை இயங்கும்படி செய்யலாம் என்பதாகும்.

எரிவதற்கான காற்று (combustion air) பொதுவாக விசிறிகளால் (fans) செலுத்தப்படுகின்றது. எரிவிக்கும் அறையில் (உலை) (combustion chamber-furnace) எரிபொருளின் முழுஅளவிலான எரிதலை உறுதி செய்யக் கருத்தளவில் கணக்கிடப்பட்ட காற்றின் அளவைக்காட்டிலும் (theoretical air quantity) அதிகமாகச் செலுத்த வேண்டும். புகைபோக்கியில் செல்லும் வாயுக்களினுடைய (stack gases) உணர்வெப்ப இழப்பினைக் (sensible heat loss) குறைப்பதற்கு அதிக அளவில் செலுத்தப்படும் காற்று, எரிபொருளை முழுவதுமாக எரிய வைப்பதற்கு ஏற்ற அளவில் இருக்க வேண்டும்.

வழக்கமான எரிபொருள்களுக்கு, வெப்ப உட்கவரும் பரப்புகளில் (heat absorbing surfaces) உண்டாகும் கசடும் (slag) உருக்குலைவும் (fouling) குறைவாக இருப்பதற்கு ஏற்றவாறு உலையினை வடிவமைத்தும் அடுப்புகளை அமைத்தும் தொடர்ந்து இயங்குவதை மேம்படுத்தலாம். அடுப்பிற்கான பராமரிப்புச் செலவு கீழ்க்கண்டவைகளால் குறைக்கப்படுகின்றது. (1) உலை வெப்பம் மிகக் குறைந்த அளவில் அடுப்பினைத் தாக்கவேண்டும். (2) தொகுதி தொடர்ந்து இயங்கும்போதே எளிதில் உடையக்கூடிய பகுதிகளை (vulnerable parts) மாற்றம் செய்வித்தல் அல்லது பழுது பார்த்தற்கான (replacement or repair) வழிவகை அமைந்திருக்க வேண்டும்.

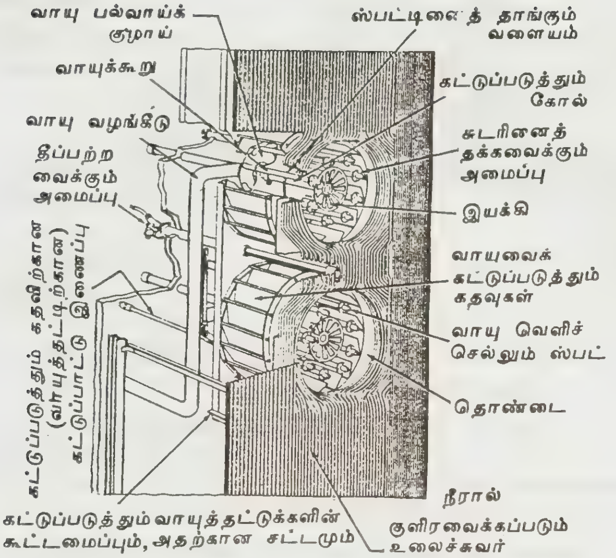
அடுப்பு வகைகள் (Burner types)

மிகவும் அடிக்கடி பயன்படுத்தும் அடுப்புகள் வட்ட வடிவான அடுப்பும் (circular burner) அறையிற்கான அடுப்பும் (cell burner) ஆகும். படம் 1இல் ஒரு வட்ட வடிவான கட்டுப்படுத்தும் வாயுத் தட்டினைக் கொண்ட எண்ணெயால் எரியும் அடுப்பு (circular register burner for oil firing) காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. படம்2-இல் இயற்கை எரிவாயுவை எரிய வைக்கும் அறையிற்கான அடுப்பு(Cell burner for natural gas firing) காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையான அடுப்புகள் தூளாக்கப்பட்ட நிலைக்கரியைப் (pulverized coal) பயன்படுத்துவதற்கு உதவும் அல்லது இந்த மூன்று முக்கியமான எரிபொருள்களைத் தனியாகவோ கூட்டாகவோ எரிவிப்பதற்கு ஏற்றவாறு இருக்கும்.



படம்1. எண்ணெயால் எரியும்,நீரால் குளிரவைக்கும் தொண்டைப் பகுதியைக் கொண்ட கட்டுப்படுத்தும் வாயுத் தட்டினைக் கொண்ட வட்ட வடிவான அடுப்பு.

தனித்த வட்டவடிவான அடுப்பின் உச்சத்திறன் (maximum capability) 165 மில்லியன் பி.வெ.அ./மணி (Btu/hr-பிரிட்டன் வெப்ப அலகு/மணி) அளவு எல்லையுடையது. அறையிற்கான அடுப்புகள் உச்சத் திறன் 495 மில்லியன் பி.வெ.அ./மணி உடையவை.



படம்-2. C.B. வகையைச் சார்ந்த எரிவாயுவினால் எரியும் அடுப்பில் உள்ள எரியவைக்கும் கூறுகளின் இட அமைவைக் காட்டும் அறையிற்கான அடுப்பு.

வட்ட வடிவமானதும் அறையிற்கானதும் ஆகிய அடுப்புகளில் காற்றினைக் கட்டுப்படுத்தும் வாயுத்தட்டிற்குள் (air register) கட்டப்பெற்ற தொடுவரையாக அமைக்கப்பட்ட திறப்புகள் (tangentially disposed doors) தேவையான கிளர்ச்சியினை (turbulence) வழங்கிக் காற்றையும் எரிபொருளையும் கலந்து குட்டையான கச்சிதமான சுடர்களை (short compact flames) உண்டாக்கும்.

அடுப்பின் மத்தியில் முற்றிலும் அடர்ந்த கலவையான (dense mixture) எரிபொருளைச் செலுத்தும் போது காற்றினுடைய திசையும் அதனுடைய வேகமும், இவற்றுடன் எரிபொருள் பரவுதலும் (dispersion of the fuel) அந்த எரிபொருளை எரியும் காற்றுடன் (combustion air) முழுமையாகக் கலக்க வகை செய்கின்றன. மேலே குறிப்பிட்ட ஐந்து தேவைகளை இவ்வகையான அடுப்புகள் நிறைவு செய்கின்றன. மிக அதிக அளவிலான பராமரிப்பிற்குரிய அடுப்பின் பகுதியாக அமைவது இயக்கி (impeller) ஆகும். இவ்வியக்கி எரிபொருளைத் துணைக் காற்றுடன் கலக்க வகை செய்கின்றது. தற்செயலாக ஏற்படும் விபத்துகளினால் தோன்றும் ஊறு ஏற்படாதபோது வழக்கமாக ஓர் இயக்கி ஓர் ஆண்டோ அல்லது அதற்கு மேலாகவோ உழைக்கும்.

எண்ணெய் அடுப்புகள் (Oil Burners)

தற்காலத்திய கொதிகலன் தொகுதிகளின் (Boiler Units) தேவைக்கு ஏற்ப எரிஎண்ணெயை (fuel oil) உயர் வீதத்தில் (high rates) எரிய வைப்பதற்கு அந்த எண்ணெயை நுண்ணிய திவலைகளாக (atomized) மாற்ற வேண்டியுள்ளது. அதாவது அந்த எண்ணெயை உலைக்குள் நுண்துளித்தூறல்கள் (fine mist) போன்றும், ஒரு கனத்த மூடுபனி (heavy fog) போன்றும் பரவலாக்கிவிட (dispersed) வேண்டும். உடனடியாகத் தீப்பற்றவைப்பதற்கும் (prompt ignition மேலும் வேகமாக எரியவைப்பதற்கும் (rapid combustion) உறுதுணையாக எரித்திடும் காற்றுடன் மிக அளவிலான எண்ணெய்த் துகள் பரப்பு (oil particle surface) தொடர்பு கொள்ள இது வகை செய்கின்றது. எரி எண்ணெயைப் பல வழிகளில் நுண்ணிய திவலைகளாக மாற்றலாம். ஆனால் இரண்டு மிக முக்கியமான பயனுள்ள வழிகளான நீராவி அல்லது காற்றும், இயந்திரங்களால் நுண் திவலையாக்கும் அமைப்பும் (steam or air and mechanical atomizers) இக்கட்டுரை வரம்பிற்குட்பட்டுள்ளன.

எரி எண்ணெயைத் தக்கவாறு நுண்திவலைகளாக மாற்றுவதற்கு எண் 2க்கும் கனமான தரத்தைக் கொண்ட எண்ணெயினை (oil of grades heavier than No. 2) வெப்பப்படுத்தி அதன் பிசுப்புத்தன்மையை (Viscosity) *135-150* சேபோல்ட் உலகளாவிய நொடிகளுக்குக் (Saybolt universal seconds) குறைக்க வேண்டும். நீராவி அல்லது மின் வெப்பப்படுத்தும் அமைப்புகள் (steam or electric heaters) எண்ணெயினுடைய வெப்பநிலையை

135° பா (*57°* செ.) எண்ணெய் எண் 4க்கு

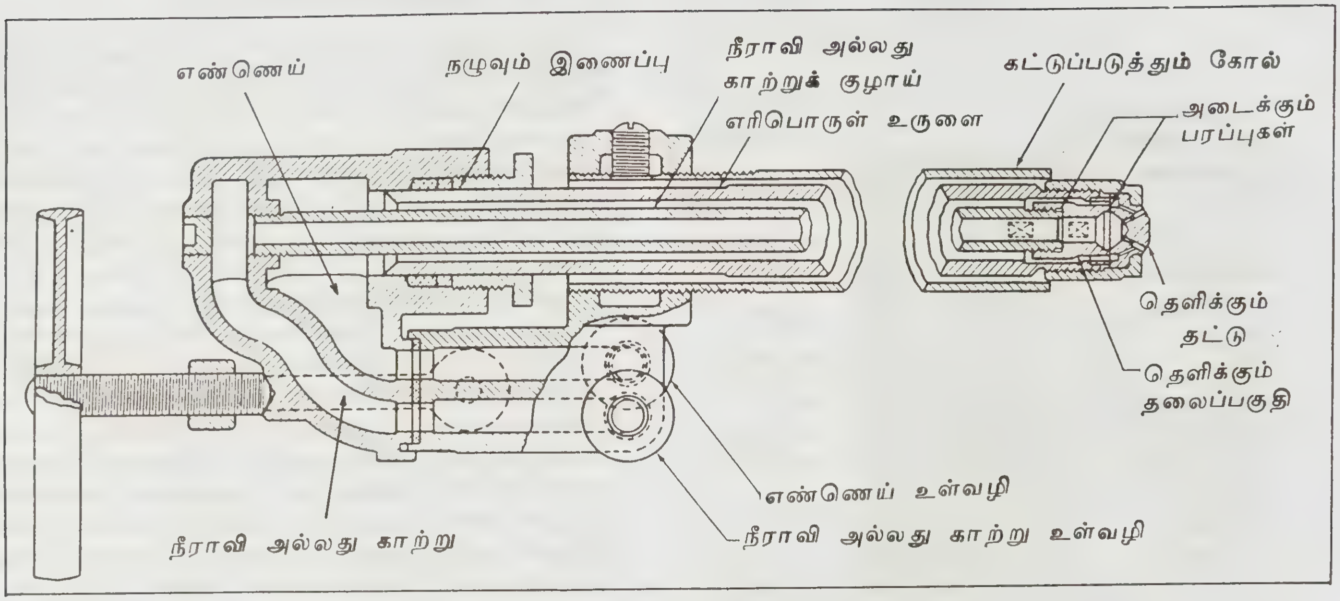
185° பா (*85°* செ.) எண்ணெய் எண் 5க்கு

200-220° பா (*93-104°* செ.) எண்ணெய் எண் 6க்கு உயர்த்த வேண்டும்.

சில வகையான எண்ணெய்களை நுண்திவலைகளாகச் செய்வதற்குத் தேவையான வெப்பத்தைக் காட்டிலும் உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் மேம்பட்ட எரிதல் கிடைக்கின்றது. எவ்வாறு இருப்பினும் எண்ணெயை வழங்கிடும் பம்பில் ஆவிப் பிணைப்பினால் பாய்வுக்குத் தடைகள் (flow interruptions) தோன்றி அதனால் எரியாமல் போகும் அளவிற்கு எண்ணெய் வெப்பநிலையை உயர்த்தக் கூடாது. அடுப்பு அல்லது அதன் கட்டுப்படுத்தும் வால்வுகளில் கட்டிகளை உண்டாக்கி ஊறு செய்யும் சிறு கற்பொடியும் (grit) பிற ஒவ்வாத பொருள்களும் (foreign matter) இல்லாமல் இருக்க வேண்டும். மேலும் எண்ணெய் அமிலம் அற்றதாயும் இருக்கவேண்டும்.

நீராவி அல்லது காற்று நுண்திவலை உண்டாக்கும் அமைப்புகள் (Steam or Air Atomizers)

நீராவி அல்லது காற்று நுண்திவலைகளாக்கும் அமைப்பு (படம் 3) மிகப் பரந்த அளவில் பயன்படுத்தப்



படம் 3. நீராவி (அல்லது காற்று) எண்ணெயினை நுண் திவலைகளாக்கும் கூட்டமைப்பு

படுகிறது. இது பொதுவாக நீராவி எரிபொருள் (அல்லது காற்று எரிபொருள்) பால்மத்தினை (emulsion) உண்டாக்கும் கருத்தினைக் கொண்டு செயல்படுகின்றது. இப்பால்மம் உலைக்குள் செல்லும் போது நீராவி தன்னுடைய வேகமாகப் பரவும் தன்மை யால் எண்ணெயை நுண்திவலைகளாக்குகின்றது. நுண்திவலைகள் ஆக்கப்படும் நீராவி கட்டாயமாக உலர்ந்த நிலையில் இருக்கவேண்டும். ஏனெனில் அதில் ஈரம் இருக்கும்போது துடிப்புகள் (pulsations) தோன்றி எரிதலில் இழப்பு (loss of ignition) உண்டா கும். நீராவி கிடைக்காதபோது ஈரமற்ற அழுத்தப் பட்ட காற்றினை (moisture-free compressed air) அதற்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தலாம்.

நீராவியை நுண்திவலைகளாக்கும் அமைப்புகள், உட்செலுத்திடும் அளவுகளான (Input) 165 மில்லியன் பி.வெ. அ/மணி வரையில் அதாவது கிட்டத்தட்ட ஒரு மணிக்கு 9200 பவுண்டு எண்ணெயைப் பயன்படுத் தும் அளவில் கிடைக்கின்றன. இயந்திரத்தால் நுண் திவலைகளாக்கும் அமைப்புகளில் உள்ள அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் நீராவி நுண்திவலைகளாக்கும் அமைப்பில் எண்ணெயில் அழுத்தம் மிகக் குறைவாகவே உள்ளது. தேவையான நீராவி அல்லது எண்ணெயின் அழுத்தம் நீராவியை நுண்திவலையாக்கும் அமைப்பின் வடி வமைப்பைச் சார்ந்திருக்கும். எண்ணெயின் உச்ச அழுத்தம் (maximum oil pressure) வழக்கமாக 100 ப.ச.அ. (P.S.I. - பவுண்டுகள் ஒரு சதுர அங்குலத் திற்கு) அளவுடையதாயும் நீராவியின் அழுத்தம் பொது வாக எண்ணெயின் அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் 20 முதல் 40 ப.ச.அ. அதிகமாகவும் இருக்கும்.

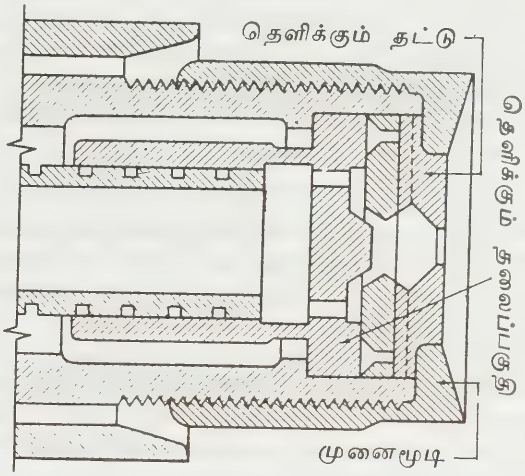
மற்ற வகைகளைக் காட்டிலும் பரந்த அளவு சுமை எல்லையில் (load range) நீராவி நுண்திவலையாக்கும் அமைப்பு மிகவும் திறம்படச் செயல் புரிகின்றது. இது இயங்கும் அளவிற்குக் (rated capacity) கீழாக 20% அளவில் எரிபொருளை நுண்திவலையாக்குகின்றது. மேலும் சில நேரங்களில் நீராவியை நுண்திவலையாக் கும் அமைப்புகள் அவற்றின் இயங்கு அளவில் 5% வரையில் வெற்றிகரமாக இயக்கப்பட்டுள்ளன. அடிக் கடி இந்த எல்லையின் உச்சநிலைகளை முழுதுமாகப் பயன்படுத்த இயலுவதில்லை. ஏனெனில் எரியும் இடத்தின் (combustion space) வெப்ப நிலை மிகவும் குறைந்து விடுகின்றது. அதனால் மேம்பட்ட பண்பு டைய நுண்திவலைகள் கிடைத்தபோதிலும் எரிய வைக்கும் முறை (combustion process) போதிய அளவில் நிறைவு பெறத் தேவையான அளவு வெப்ப நிலை அவ்விடத்தில் இல்லாமல் போகின்றது.

நீராவியை நுண்திவலையாக்கும் அமைப்பின் குறை யாதெனில் அது நீராவி முழுவதையும் பயன்படுத்தி விடுவதேயாகும். நல்லதொரு நீராவி நுண்திவலையாக் கும் அமைப்பு அதன் உச்ச இயங்கு அளவில் (maximum capacity) 1 பவுண்டு எரிபொருள் எண்ணெய்க்கு 0.1 பவுண்டு அளவு நீராவிக்குமேல் பயன்படுத்தாது. நீண்ட நாளைக்கு உழைக்கும் ஒரு பெரிய தொகுதியில் இந்த அளவு அதிக நீராவி அளவினைக் குறிப்பதோடு புகை போக்கிக்குச் செல்லும் வெப்ப இழப்பையும் குறிக் கின்றது. எங்கு ஒரு கொதிகலன் தொகுதி மிகுந்த அளவிலான நீராவியை உண்டாக்குகின்றதோ எங்கு ஆவி சுருக்கப்பட்டு நீரினுடைய மீட்சி குறைவாக இருக்கின்றதோ அங்கு நீராவியை நுண்திவலையாக்கும் அமைப்பிற்குக் கூடுதலான ஈடு செய்திடும் நீராவியின் தேவை (additional makeup for the steam atomizer) அதிகம் இல்லை. எவ்வாறு இருப்பினும் ஒரு பெரிய கொதிகலனில் சுழலி இழப்புகளும் (turbine losses)

ஈடுசெய் இழப்புகளும் மிகக் குறைவாக இருக்கும்போது மொத்த ஈடுசெய் தேவைகளில் (total makeup requirements) நுண்திவலைகளாக்கும் நீராவியின் பயன்பாடு (use of atomizing steam) குறிப்பிடத்தக்க விளை வினைக் கொண்டிருக்கும். நீராவிக்குப் பதிலாக அழுத் தப்பட்ட காற்றினை வழங்கும் அமைப்பினைப் (compressed air supply system) பயன்படுத்துவதற்கான செலவு நியாயமானதென்று கூறுவதற்கில்லை.

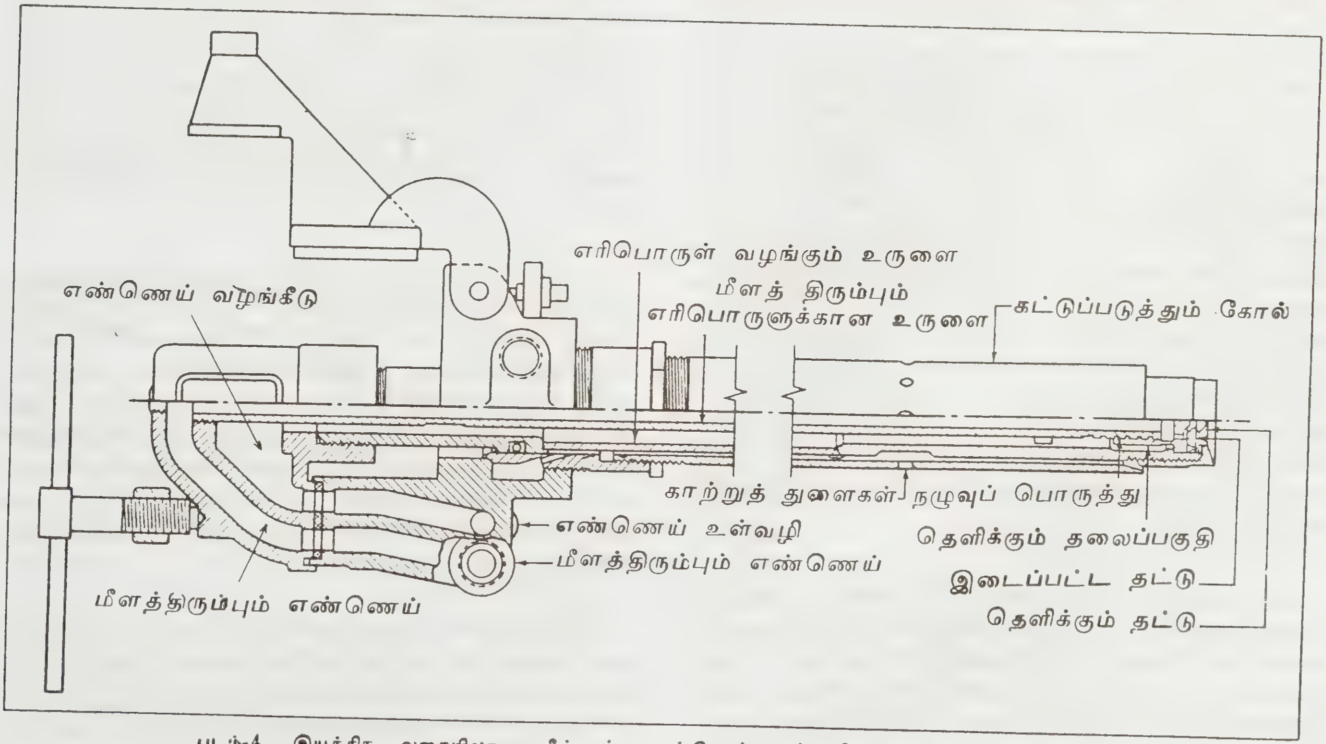
இயந்திர வகையிலான நுண்திவலையாக்கும் அமைப்புகள் (Mechanical Atomizers)

இந்திரவகையிலான நுண்திவலையாக்கும் அமைப்பு களில் எரிபொருளின் அழுத்தத்தையே நுண்திவலைகள் செய்யப் பயன்படுத்துவார்கள். இவற்றில் பலவகை யான வடிவமைப்புகள் உள்ளன. உலைக்கு அருகி லுள்ள அசையும் பகுதிகளைக் கொண்ட அமைப்புகள் விரும்பத்தக்க முறையில் இல்லை. ஏனெனில் இவை இயங்குவதற்கு அதிக அளவு பராமரிப்பு தேவையா கின்றது. பல கடல் சார்ந்த அமைப்புகளிலும் (marine installations) மற்றும் சில நிலையான தொகுதி களிலும் (stationary units) நுண்திவலைகளாக்கும் நீராவியின் பயன்பாடு நடைமுறைக்கு ஒவ்வாமல் இருக்கும்போதோ ஏற்புடையதாக இல்லாதபோதோ (objectionable or impractical) மீள் பாய்வுடைய நுண் திவலையாக்கும் அமைப்பு (return-flow atomizer) (படம்-4) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நுண்திவலையாக் கிடும் அமைப்பின் உச்ச இயக்க நிலையில் தேவைப் படும் எண்ணெயின் அழுத்தம் 600 முதல் 1000 ப.ச. அ. வரை உள்ளது. எண்ணெய் அழுத்தம், இயங்கிடும் அளவு, சுமை எல்லை, எரிபொருள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ளது.



படம்-5. இயந்திர வகையிலான மீள்பாய்வு எண்ணெய் நுண் திவலையாக்கும் அமைப்பு. நுண் திவலையாக்கும் கூட்ட மைப்பின் உலை முனையில் உள்ள தெளிக்கும் தலைப்பகுதி, தெளிக்கும் தட்டு, முனை மூடி ஆகியவை.

''திவலையாக்கும் தட்டில்'' (Sprayer plate) தொடு வரையாக அமைந்த பள்ளங்களின் (tangentially disposed slots) வழியாக எரிபொருள் பாய்ந்து ''சுழற்சி'' அறைக்குச் (whirl chamber) செல்கிறது. பின்னர் அங் கிருந்து திவலையாக்கும் தட்டிலுள்ள துளை (orifice)



படம்-4. இயந்திர வகையிலான மீள்பாய்வு எண்ணெய் நுண் திவலையாக்கும் கூட்டமைப்பு

வழியாக வெளிச்சென்று நேர்த்தியான கூம்பு வடிவான திவலைகளாக அல்லது நுண்துளிகளாக (fine conical mist or spray) மாற்றம் அடைகின்றது. தொடுவரையாக அமைந்த பள்ளங்களின் வழியாக எண்ணெய் சென்ற பின்னர் கொதிகலனுடைய உள் தேவைக்கு அதிகமான எண்ணெய், சுழற்சி அறையின் அடிப்பகுதியிலிருந்து (base of the whirl chamber) எரிபொருள் எண்ணெய் அமைப்பிற்கு (fuel oil system) மீளவும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது.

இயந்திர வகையிலான நுண்திவலையாக்கும் அமைப்புகள் (உட்செலுத்தும் அளவான 180 மில்லியன் பி.வெ.அ./ மணி அதாவது மணிக்கு 10000 பவுண்டுகள் அளவிலான எண்ணெய்) கிடைக்கின்றன. ஏற்கத்தக்க இயக்க எல்லை (acceptable operating range) மிக உயர்ந்த அளவான பத்திற்கு ஒன்று அல்லது மிகக் குறைந்த அளவான மூன்றிற்கு ஒன்று என்ற அளவில் அமையும். இவ்வெல்லை அமைப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படும் எண்ணெயின் உச்ச அழுத்தம் (Maximum oil pressure), உலை அமைப்பு (Furnace configuration) காற்றின் வெப்ப நிலை, அடுப்பின் தொண்டைப் பகுதியின் வேகம் (throat velocity) ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். மீள்பாய்வு நுண்திவலையாக்கும் அமைப்புகள் (return-flow atomizers) தரமான வகையைச் சார்ந்த எரிபொருள் எண்ணெய்க்கு (standard grades of fuel oil) மிகவும் பொருத்தமாக அமையும். இது திவலைகள் ஆக்கும் தட்டுகளை (sprayer plates) மாற்றம் செய்யாமல் சுமை வேறுபாடுகளை (load variations) ஏற்கக்கூடிய முறையில் இருக்கும்.

பத்திற்கு ஒன்று என்ற இயக்க எல்லையில் நன்கு செயல் புரிய அடுப்புப் பகுதியில் (burner zone) எரியும் அறை (combustion chamber) சிறிய குறுக்குப் பரப்பைக் கொண்டு இருக்கவேண்டும். சுமையின் உச்ச நிலையில் (full load) அடுப்புகளில் எண்ணெய் அழுத்தம் 1000 ப.ச.அ. உடையதாயும், எரிதற்காகக் காற்றின் வெப்பநிலை சுமை எல்லை (load range) முழுவதிற்கும் சுற்றுப்புற வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் அதிகமாகவும், அடுப்பின் குறுக்காகக் காற்றின் தடை (air resistance across the burner) முழுச்சுமையில் 20இலிருந்து 30 செ.மீ. நீர்மட்ட அளவிற்குச் சமமாகவும், குறிப்பிட்ட அடுப்பினுடைய அளவினைச் சார்ந்தும் அமையும். இந்த மதிப்புகளிலிருந்து குறைந்தால் அடுப்புகளிலிருந்து கிடைக்கும் சுமை எல்லை பெரிதும் பாதிக்கப்படும்.

உயர் அழுத்த மீள்பாய்வுடைய இயந்திர வகையிலான நுண்திவலையாக்கும் அமைப்பில் (high pressure return flow mechanical atomizer) கிடைக்கும் எரியும் இயங்குதிறன் நீராவியை நுண்திவலையாக்கும் நல்ல அமைப்பில் கிடைக்கும் இயங்கு திறத்திற்கு ஒப்பாக இருக்கும்.

இயற்கை எரிவாயு அடுப்புகள் (Natural gas burners)

அறையிற்கான அடுப்பிற்காக, C.B. வாயுக்கூறு (C.B. gas element) (படம்-2) உருவாக்கப்பட்டது. இவ்வாயுக்கூறினுடைய தனிச்சிறப்புகளாவன:

1) இயக்கியின் (impeller) முன்பு மிகுந்த அளவில் வாயு வெளிச் செல்கின்றது. இந்த இயக்கி உயர்சுமைகளில் (high loads) எரிதலை நிலையாக வைக்கின்றது.

2) ஒவ்வொரு வாயு அடுப்பும் பல ''ஸ்பட்'' களைக் கொண்டுள்ளது. ''ஸ்பட்'' என்பது அடுப்பின் தொண்டைப்பகுதியில் எரியும் வாயு வெளியேறுவதற்காக ஒரு வாயுக்குழாயின் (gas pipe) முனையில் பல துளைகளைக் கொண்ட பகுதி. ஒவ்வொரு ஸ்பட்டிலும் குறைவாக வாயு உட்செல்லும்போது எரிதலை நிலைப்படுத்த 10 செ.மீ. விட்டமுடைய சுடர்தாங்கி (flame holder) ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

3) எரிபொருள் துளைகள் (Fuel ports) மிகுந்த அளவில் உள்ளன. இதனால் அடுப்பு வேலை செய்யும் போது அதை அணைத்துவிடுவதற்கு வசதியாக உள்ளது.

4) எண்ணெய் எரிபொருளை எரிப்பதற்காக எண்ணெயை உட்செலுத்தும்போது அந்த எண்ணெயானது வாயுவைச் செலுத்தும் ''ஸ்பட்''கள் மீது மோதாதவாறு, வாயுவைச் செலுத்தும் ''ஸ்பட்''கள் அமைந்துள்ளன.

காற்று பாய்வதால் கடுமையான மாறுதல்களிலும் நல்ல எரிவிக்கும் நிலைத்தன்மையைக் (ignition stability) கொண்டிருப்பதால் C.B. வகையிலான வாயுக்கூறு (C-B type element), வட்டவடிவிலான அடுப்புகளில் பயன்படுத்தப்படும் இயற்கை எரிவாயுவிற்கான கூறுகளின் (Natural gas element) வடிவமைப்புகளுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தப்படும் என்றும் எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது.

கட்டுப்பாட்டுச் சாதனத்தை (control equipment) சரியாகத் தேர்ந்தெடுப்பதால் பல எரிபொருள்கள் எரியும் (multi fuel fired) C.B. வகையான வாயுக்கூறினைக் கொண்ட அடுப்பு, கொதிகலன் அழுத்தக் குறைவோ சுமைக்குறைவோ இல்லாதவாறு ஓர் எரிபொருளிலிருந்து மற்றொர் எரிபொருளிற்கு மாற்றம் செய்வதற்கு ஏற்றதாய் உள்ளது. C.B. வகையிலான வாயுச்கூறினைக் கொண்ட அடுப்புகளில் ஒரே நேரத்தில் இயற்கை எரிவாயுவையும் எண்ணெயையும் எரிவிக்க இயலும்.

இவ்வகையான கூறு, இயற்கை எரிவாயு அல்லது மற்ற வாயு எரிபொருள்களின் (gaseous fuels) பயன்பாட்டிற்காக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாயு எரிபொருள்களில் குறைந்தது கீழ்க்கண்டவை குறித்த அளவில் இருக்க வேண்டும்:

70% CH_4 (மீதேன்)

அல்லது 70% C_3H_8 (புரோபேன்)

அல்லது 25% H_2 (அய்ட்ரஜன்) கனஅளவில் இருக்கவேண்டும். ஓர் அடுப்பிற்கு உட்செலுத்தும் உச்ச அளவு (Maximum input) 173 மில்லியன் பி.வெ. அ./மணி ஆகும். இதற்கேற்றபடி இந்தக் கூறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. சில வகைகளில் அடுப்பிற்கு இயற்கை எரிவாயு நல்லதொரு எரிபொருளாக அமைகின்றது. ஏனெனில் அடுப்பின் தொண்டைப் பகுதி வழியாக எரிப்பதற்காகச் செல்லும் காற்றுடன் வேகமாக நெருங்கிய கலப்பிற்குத் தகுந்த முன்னேற்பாடு ஏதும் தேவையற்றதாய் இருப்பதனால், இயற்கை எரிவாயு நல்லதொரு எரிபொருளாக அமைகின்றது. இருப்பினும் எல்லா இயங்கு நிலைகளிலும் இதன் எளிமையான எரிவிக்கும் பண்பினால் (easy ignition) சில நேரங்களில் இயக்குபவரின் கவனக்குறைவினால் ஊறுபாட்டினை உண்டாக்கும் வெடிப்புகள் (damaging explosions) ஏற்பட்டுள்ளன.

பாதுகாப்பான இயக்கம் உண்டாவதற்கு அனுமதிக்கத்தக்க முழு வாயு அழுத்தங்களில் வழக்கமான காற்றுப் பாய்வு இருக்கவேண்டும். கணக்கிடப்பட்ட தேவையான அளவைக்காட்டிலும் மிகுந்த அளவில் காற்று அடுப்பின் வழியாகச் செல்லவேண்டும். அடுப்பு எரிதல் அடுப்புச் சுவருக்கு அருகில் இருக்க வேண்டும். கருத்து வடிவில் குறைந்த சுமையில் அடுப்பின் வழியாக முழுச்சுமை அளவிலான காற்று பாய்வதற்கு ஏற்றதாய் இருக்க வேண்டும். மேலும் முழுச்சுமையில் அணையாமல் கருத்து வடிவில் கணக்கிடப்பட்ட காற்றின் அளவைக் காட்டிலும் 25% அதிக அளவு காற்று அடுப்பின் வழியாகச் செல்வதற்கு ஏற்றவாறு இருக்க வேண்டும். காற்றுப்பாய்வில் இத்தகைய வீச்செல்லை (latitude) இருப்பதால், தவறாக இயக்குவதாலோ தவறு ஏற்படுவதனாலோ உண்டாகும் காற்றுப்பாய்வின் நிலைகுலைவினால் எரிவிப்பு இழப்பு சில விநாடிகள் கூட ஏற்படுவதில்லை.

மற்ற வாயுக்களுக்கான அடுப்புகள் (Burners for other gases)

பலவிதப்பட்ட தொழிற்சாலைகள், பெட்ரோலியத்தைத் தூய்மையாக்கும் அமைப்பிலிருந்து பெறப்படும் வாயுவைவோ (refinery gas), ஊதுலை வாயுவையோ (blast furnace gas), சுட்ட நிலக்கரி அடுப்பிலிருந்து பெறப்பட்ட வாயுவையோ (coke oven gas), தொழிற்சாலையில் துணை விளைபொருளாகத் தோன்றும் வாயுக்களையோ (industrial by-product gases) பயன்படுத்துகின்றன. இந்த வாயுக்களில் எரிபொருள் வாயுவின் ஓர் அலகு கனஅளவிற்கான (unit volume) வெப்ப வெளிப்பாடு, இயற்கை எரிவாயுவிலிருந்து பெறப்படுவதைக் காட்டிலும் மிக்க வேறுபாடு உடையதாய் இருக்கும். எனவே வாயுக்கூறுகள், எரிக்கப்படும் வாயுவினுடைய குறிப்பிட்ட பண்புகளுக்கு ஏற்றவாறு வடிவமைக்கப்படவேண்டும். மேலும் நிலைத்த எரிதலுக்கு (ignition stability) ஏற்றவாறும், சுமை எல்லைக்கூறுகளுக்கு (load range factors) ஏற்றவாறும் அடுப்புகள் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். சுட்ட நிலக்கரி அடுப்பிலிருந்து பெறப்படும் வாயுவிலுள்ள கந்தகம், ஊது உலை வாயுவில் சேர்ந்த தூசு போன்ற, தொழிற்சாலை வாயுக்களிலுள்ள அசுத்தங்களினால் தனித்தன்மை வாய்ந்த பிரச்சினைகள் தோன்றுகின்றன.

தீப்பற்ற வைக்கும் அமைப்புகளும் தொடர்ந்து இயங்கும் தீப்பற்றவைக்கும் அமைப்புகளும் (Lighters, Ignitors, and Pilots)

சிறிய அளவிலிருந்து பெரிய அளவிலான கொதிகலன் தொகுதிகளுக்குத் தீப்பற்ற வைக்கும் சாதனங்கள் கிடைக்கின்றன. இவற்றின் உதவியால் கொதிகலன் இயக்குபவர் பிரதான எரிபொருளை ஒரு பொத்தானை அழுத்தியவுடன் எரியவைக்கலாம். இந்தச் சாதனம் தீப்பொறியை உண்டாக்கும் கருவியைக் (spark devices) கொண்டு எரிஎண்ணெயைப் பற்ற வைத்து நேரடியாக வாயுவாக மாற்றுகின்றது, அல்லது இலேசான எண்ணெய்க்கான சாதனத்தில் தானே தீப்பற்றவைக்கும் அமைப்பு உடையதாய், வாயுவையும் எரிபொருள் எண்ணெயையும்பற்ற வைக்கப் பயன்படுகின்றது. இந்தக் கருவி கட்டுப்பாட்டுச் சாதனத்துடன் பொத்தான் அழுத்தப்பட்டு அடுப்பு எரிகின்றதா என்பதை இயக்குபவர்கள் கண்காணிப்பதற்கேற்ற மிகச் சாதாரண அமைப்பு முதற்கொண்டு ''திட்டமிடப்பட்டு'' தொடக்க வரிசையும் (starting sequence), பிணைப்புக்களையும் (inter locks), சுடரை உணரும் சாதனத்தையும் (flame sensing equipment) கொண்டு கொதிகலனுக்கான கட்டுப்பாட்டு அறையில் (boiler control room) தொலைதூர இயக்கக் கட்டுப்பாட்டினால் (remotely operated) இயங்கும் அமைப்பு வரை கிடைக்கின்றது. வழக்கமாக முதன்மைச் சுடர் (main flame) தன் இயல்பாகத் தொடர்வதற்கான (self-sustaining) கால அளவு வரையினுக்குத் தேவையான சக்தி, தீப்பற்ற வைக்கும் கருவிக்கு அளிக்கப்படுகின்றது. வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் எரிபொருளைக் கொண்ட எண்ணெய் அல்லது இயற்கை எரிவாயு அடுப்புகளில் எரிபொருளானது எரிதலுக்கான காற்றைப் பெற்றவுடனேயே ஒன்று அல்லது இரண்டு நொடிகளில் பற்றிய தீ தன்னியல்பாய்த் தொடருகிறது. முழுவதுமாகத் தானியங்கும் அடுப்பில் (automated burner) ''எரிதலுக்கான சோதனையில்'' (trial for ignition) வழக்கமாக 10 முதல் 15 நொடிகள் வரைஇதற்கு அனுமதிக்கப்படும். இதனால் அடுப்பிற்கான எரிபொருள் மூடப்படும் வால்வினைத் திறந்தவுடன் அந்த எரிபொருள் அடுப்பினைச் சென்றடைவதற்காக எடுத்துக்கொள்ளும் கால அளவு அனுமதிக்கப்படுகின்றது.

பொதுவாகத் திப்பற்றவைக்கும் அமைப்புகளை (lighters) மிகக் குறைந்த அளவிலேயே பயன்படுத்த

வேண்டும். எங்கு தனித்தன்மைவாய்ந்தஎரிபொருளைத் தீப்பற்ற வைக்கும் அமைப்பில் பயன்படுத்துகின் றோமோ அங்கு வழக்கமான அடுப்புகளில் பயன்படுத் தும் எரிபொருளுக்கு ஆகும் செலவை விட அதிக செலவு உண்டாகும். எனவே தேவையற்ற பயன்பாட்டினால் இயக்கும் செலவு கூடுதலாகின்றது.

எவ்வாறிருப்பினும் தொடர்ந்து எரியும் தீப்பற்ற வைக்கும் அமைப்பு (pilot) தேவைப்படும் சிலவகைப் பயன்பாடுகள் உள்ளன. வேதியியல் முறையிலிருந்து பெறும் வாயுவினைப் போன்ற துணை விளைபொரு ளான வாயு எரிபொருள் பயன்பாட்டில் இது குறிப்பாக. உண்மையாகும். பெரும்பான்மையான அமைப்புகளில் இத்தகைய எரிபொருள்கள் இடைப்பட்ட குவித்திடும் அமைப்புகள் (intervening accumulator) இல்லாமலேயே கொதிகலன் இருக்குமிடத்திற்கு நேரடியாகக் குழாய் வழி யாகச் செலுத்தப்படுகின்றன. வேதியியல் முறையில் ஏற்படும் தவறான இயக்கத்திற்கு உட்பட்டே கொதிகலன் இருக்குமிடத்திற்கு வழங்கப்பட்ட எரி பொருளின் அளவும் அதன் பண்பும் அமையும். முதன்மை அடுப்பின் நிலைத்தன்மை எல்லைக்கு (range of main burner stability) அப்பாற்பட்டும் வழங்கப்பெறும் அழுத்தம் வேறுபடலாம். அல்லது வாயுவினுடைய எரியத்தக்க அளவு மாற்றம் அடைய லாம். அத்தகைய வேறுபாடுகளினால் தொடர்ந்து இயங்கும் தீப்பற்ற வைக்கும் அமைப்பு (pilot) தேவை யாகின்றது. இயல்பற்ற நிலைகளில், இம்முறையில் தோன்றும்வாயுவை எரியவைக்க ஒவ்வோர் அடுப்பிற்கும் தொடர்ந்து துணை எரிபொருளை வழங்குவது அவசிய மாகிறது. கொதிகலனை இயக்குபவர்கள் ஒரு குறிப் பிட்ட முறையில் உண்டாக்கப்பட்ட எரிபொருளின் தடுமாற்றமுடைய தன்மையைப் (vagaries of the process fuel) பற்றி நன்கு அறிவார்கள். இத்தன்மை யானது வழக்கமான எண்ணெயும் இயற்கை எரிவாயு வும் எரிக்கப்படும் கொதிகலன்களின் இயக்கத்தில் இருப் பதில்லை. இவர்கள், பாதுகாப்பான கொதிகலன் இயக்கம், தீப்பற்ற வைக்கும் அமைப்பைச் சார்ந்தது என்பதை அறிவார்கள். மேலும் எந்த ஒரு தவறான இயக்கத்தையும் மிக்க கவனத்துடன் கண்காணிப் பார்கள்.

அதிக அளவிலான காற்று (Excess air)

உயர் சுமைகளில் எண்ணெய் அல்லது இயற்கை எரி வாயுவை எரியவைக்கும் போது வழக்கமாக எரிபொருள் பகிர்விற்கான பிரச்சினை ஏதும் இல்லையெனலாம். ஆனால் அடுப்பினுடைய காற்றுப் பெட்டியில் (wind box), எரிக்கப்படும் காற்றின் பகிர்வு சரியாக அமைவ தில்லை. மேலும் இந்த நிலையில் சிறிது அதிக அளவில் காற்றைப் பயன்படுத்தி எல்லா அடுப்புகளிலும் முழு மையான எரிதலை உறுதிப்படுத்தலாம். எல்லாத் தொகுதிகளிலும் முழுச் சுமையில் உலையின் வெளி வழியில் (furnace outlet) குறைந்த அளவு 5% லிருந்து 7%அளவு வரை அதிகக்காற்றுடன் இயக்கலாம். மேலும் வடிவமைப்பிலும் இயக்கத்திலும் கூடுதலான கவனத் துடன் சில பெரிய கொதிகலன்களை 2.5% அதிக அளவு காற்றுடன் இயக்கலாம்.

எரிவிக்கும் எரிபொருளைச் சாராமல் பகுதிச் சுமை களில் (partial loads) எல்லாத் தொகுதிகளிலும் சுமை குறையும்போது செலுத்தப்படும் காற்றினை அதிக அளவில் உயர்த்துவது அவசியமாகின்றது. எல்லா அடுப்புகளும் வேலை செய்யும்போது அடுப்பிற்குக் கொந்தளிப்பான நிலையை உருவாக்கும், உலைவெப்ப நிலையும் காற்றின் வேகமும் சுமை குறையும்போது குறைகின்றன. சுமை குறையும்போது கூடுதல் அளவான காற்றை உயர்த்துவது, இந்த இனங்கள் சீர்கெடுவதைத் தடுக்கின்றது. நீராவியின் வெப்பநிலையை நிலை நிறுத்துவதற்காக அல்லது தொகுதியின் குளிர்ந்த முனையில் அரித்தலைக் குறைப்பதற்காக வழக்கமாகச் செலுத்தப்படும் காற்றைவிட அதிக அளவில் செலுத்தி இயங்க வைப்பது விரும்பத்தக்கது. குறைந்த சுமை களில் அடுப்புகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்கும் போது கூட அதிக அளவிலான கூடுதல் காற்று தேவைப் படும். அருகிலுள்ள இயங்கும் அடுப்புகளிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சு வெப்பத்தினால் செயல்படாத அடுப்பு, மிகுதியான வெப்பத்தை அடையாமல் இருக்கவும், அதனைக் காப்பதற்கும் அதன் வழியாகக் காற்று செல் வதற்கும் வகை செய்ய அடுப்பினுடைய தடுக்கும் கதவு கள் (burner dampers) வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

அடுப்பின் துடிப்புகள் (Burner Pulsation)

வாயு அடுப்புகளில் இணைந்த புரியாத பிரச்சினை யாகவும், எண்ணெய் அடுப்புகளிலும் மிகக் குறைந்த அளவில் இருக்கும் பிரச்சினையாகவும் அமைவது, அடுப்பின் துடிப்பாகும். இத்துடிப்பு தோன்றுவதற்குக் காரணம், சில வகை இணைப்புக்களாலான எரிக்கும் அறையின் அளவும் அதன் அமைப்பும் ஆகும் (certain combinatians of combustion chamber size and configuration). மேலும் அடுப்பில் முழு அளவில் எரி பொருளும் காற்றும் கலப்பதனாலும் துடிப்புகள் தோன் றும். ஒரு பெரிய தொகுதியில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடுப்புகள் துடிக்க ஆரம்பிக்கும்போது அச் சுறுத்தும் அளவிற்கு வன்மை வாய்ந்து, சில நேரங் களில் கொதிகலன் முழுவதையுமே குலுங்கவைக்கும். ஓர் அடுப்பை மட்டும் சரி செய்யும்போது துடிப்பை ஆரம்பிக்கவோ நிறுத்தவோ செய்யும். சில நேரங்களில் அடுப்பில் மிக இயல்பான மாற்றங்கள் செய்து துடிப் பினை நீக்கிவிடலாம். சில வகை அடுப்புகளை மாற்ற வேண்டிய அவசியமும் ஏற்படும். வாயு செல்லும் துளையை (gas port) மாற்றுவது, பாய்ந்து சென்று ஒன்றின் மீது ஒன்று மோதும் வாயுக்களை (impinging gas streams) மாற்றுவது, அல்லது காற்றுடன் வாயு வினைக் கலப்பதில் மாற்றம் செய்யும் வேறு கருவி யைப் பயன்படுத்துவது ஆகியவை இம்மாற்றங்கள் ஆகும்.

துடிப்புகளைத் தடுப்பதற்கு அடுப்பையும் கொதி கலனையும் தயாரிப்பவர்கள் மிகச் சமீபத்தில் கண்டறிந்த சில உண்மைகளைப் பயன்படுத்தி அவற்றை வடிவமைக்கின்றனர்.

இயங்கும் எல்லை அல்லது சுமை எல்லை (Operating range or load range)

குறிப்பாகக் கடந்த காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட அடுப்பிற்கான இயங்கும் எல்லை அல்லது சுமை எல்லை பற்றிய (வியாபார) உரிமைகள் பல கொண்டாடப்பட்டன. சோதனை முடிவுகளின் தவறான பொருள் விளக்கம், அவ்வடுப்பு வேலை செய்யும் விதம் பற்றிய தவறான முன் மதிப்பீட்டை உண்டாக்கியது. மேலும் இத்தகைய முன் மதிப்பீடுகளை உறுதி செய்ய இயலவில்லை. முடிவுகளுடைய தவறான பொருள் விளக்கத்தினால் வழங்குபவர்களுக்கும் மேலும் அதனைப் பயன்படுத்துபவர்களுக்கும் கருத்து வேறுபாடுகள் தோன்றலாயின. ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்க சுடரின் தோற்றம் (Acceptability of flame appearance), குறைந்த சுமையில் தொகுதி இயங்கும் கால அளவு, குறைந்த சுமைச் சோதனைகளில் (Low load test) படிவுப் பொருள்களினால் (Deposits) ஏற்படும் அபாயத்தினை மதிப்பிடுவது ஆகியவற்றில் கருத்து வேறுபாடுகள் உண்டாயின. குறைந்த சுமை இயக்கத்தில் தோன்றும் பிரச்சினைகளைப் புரிந்து கொள்வதற்குக் கீழ்க்கண்ட காரணங்கள் அடிப்படையாக அமைகின்றன.

காற்று வெப்பப்படுத்திகளைக் (Air heaters) கொண்ட பெரிய கொதிகலன்கள் பெரிய அளவில் வெப்பத்தை நிலைநிறுத்தும் தன்மை கொண்டுள்ளன. தொகுதி முழுவதும் முழுச்சுமையில் வெப்பம் நிலைத்தன்மை அடைய 2 மணிகளுக்கும் மேலாக நேரம் ஆகின்றது. இதற்கு நேர் மாறாகச் சுமை இறக்கத்திற்குப் பின் வெப்பநிலை குறைவதற்குக் கணிசமான கால அளவு தேவையாகின்றது.

நிலக்கரி எரியவைக்கும் அமைப்புகள் (Coal - burning systems)

பிடுமினஸ் (Bituminous) நிலக்கரியும் பழுப்பு நிலக்கரியும் (Lignite) ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் ஆண்டிற்கு 500 மில்லியன் டன்கள் செலவிடப்படுகின்றன. இந்த அளவில் 3/4 பங்கு மின்சக்தி ஆக்கத்திற்காக நீராவியை உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நீராவி ஆக்கத்திற்கு அதிக அளவில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி (Pulverized coal) எரிக்கப்படுகின்றது.

நிலக்கரி எரியவைக்கும் சாதனத்தின் தேர்வு (Selection of coal-burning equipment)

ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பிற்கான சாதனத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது முதலீட்டைச் சரிக்கட்டும் வகையில் இயங்கும் பண்புகள் (Operating characteristics), இயங்குதிறன் (Efficiency), பயன்படுத்தும் நிலக்கரியின் வகை ஆகியவைகளைக் கருத்தில் கொண்டு மிகவும் சிக்கனமான அமைப்பினை உருவாக்க முயல வேண்டும். எந்த வகையான நிலக்கரியையும் தூளாக்கப்பட்ட வடிவிலோ, சில எரிபொருளூட்டும் கருவியைக் (Stoker) கொண்டோ வெற்றிகரமாக எரிய வைக்கலாம். தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி எரிப்பு, சுழற்காற்று உலை எரிப்பு (Pulverized-coal and cyclone-furnace firing) முறைகளின் உருவாக்கத்தினால் எரிபொருளூட்டும் கருவிகளினால் உண்டாக்கப்படும் கொள்ளளவுக் கட்டுப்பாடுகள் (Capacity limitations) தகர்க்கப்பட்டன. இந்த மேம்பட்ட முறைகள் (1) கிடைக்கக்கூடிய எந்த நிலக்கரியையும் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றவையாகின்றன. (2) சுமை வேறுபாடுகளுக்கு மேம்பட்ட பதில் இயக்கம் (Improved response to load changes) வழங்குபவையாயும் உள்ளன. (3) எரிபொருளூட்டும் கருவி (Stoker)யின் எரிவிப்பைக் காட்டிலும் எரிதலுக்காகக் குறைந்த அதிக அளவிலான காற்றினைச் (Lower excess air for combustion) செலுத்துவதாலும், மேலும் குறைந்த கார்பன் இழப்பின் (Lower carbon loss) காரணமாகவும், உயர் வெப்ப இயங்குதிறன் (Thermal efficiency) கிடைக்கிறது. (4) இயக்கத்திற்காகக் குறைந்த அளவு சக்தியே தேவைப்படுகிறது. மேலும் (5) எண்ணெயுடனும் வாயுவுடனும் இணைந்து நிலக்கரியினை எரிய வைப்பதற்கான மேம்பட்ட திறமையை உண்டாக்குகிறது.

அனுபவத்தில் தெரிவது யாதெனில் எரிபொருளூட்டும் கருவியால் எரிய வைப்பது (Stoker firing) ஒரு மணிக்கு 100,000 பவுண்டுகளுக்கும் குறைவாக நீராவியை உண்டாக்கும் தொகுதிகளுக்கு மிகவும் சிக்கனமாக இருக்கிறது. இங்கு எரிபொருளூட்டும் கருவியின் குறைந்த இயங்குதிறம் ஏற்கத்தக்கதாய் உள்ளது. பெரிய நிலையத்தில் இயக்கம் செய்யவைக்கும் செலவில் எரிபொருளுக்கான செலவு பெரும்பகுதியாக அமைகின்றபோது தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி அல்லது சுழல் காற்று உலை எரியவைப்பைப் பயன்படுத்துவது மிகவும் சிக்கனமுடையதாய் உள்ளது. எரியவைக்கும் முறையைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் கட்டுப்படுத்துவதற்கான தனிச்சிறப்புடைய பண்புகளே கருத்தில் கொள்ளத்தக்கவை. எடுத்துக்காட்டாகத் தொகுதியின் அளவு தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரிக்கோ சுழல் காற்று உலைக்கோ அல்லது எரிபொருளூட்டும் கருவிக்கோ பொருத்தமாக உள்ளபோது மிகவும் பரந்த அளவில் சுமை எல்லையைக் (Wide load range) கொண்ட எரிபொருளூட்டும் கருவியினால் எரியவைக்கும் முறை பெரிதும் விரும்பத்தக்கதாய் உள்ளது. சுழற்சி இயல்புடைய உலைகளும் (Rotary kilns), தொழிற்சாலை உலைகளும் (Industrial furnaces) நிலக்கரியால் எரியவைக்கப்படும் போது தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை எரிக்கலாம். கொதிகலன் உலைகளில் பயன்படுத்தும் நிலக்கரியின் வகை எரிய வைப்பதற்கான முறையின் தேர்வினைப் பெரிதும் சார்ந்துள்ளது. இதனுடைய முதன்மையான நோக்கங்களாவன:

தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை எரிய வைத்தல் (Pulverized coal firing).

இதுஅரைப்பதற்கான தன்மை (Grindability), வகை (Rank), ஈரம் (Moisture), விரைந்து ஆவியாகும் தன்மை யுடைய பொருள் (Volatile matter), சாம்பல் (Ash) ஆகியவற்றைப் பற்றியதாகும்.

எரிபொருளூட்டும் கருவியால் எரியவைத்தல் (Stoker-firing)

இது நிலக்கரியின் வகை (Rank of coal) விரைந்து ஆவியாகும் தன்மையுடைய பொருள் (Volatile matter), சாம்பல் மற்றும் சாம்பலை நயப்படுத்தும் வெப்பநிலை (Ash-softening temperature) ஆகியவற்றைப் பற்றிய தாகும்.

சுழல்-காற்று உலையில் எரியவைத்தல் (Cyclone-furnace-firing)

இது விரைந்து ஆவியாகும் தன்மை, சாம்பல், சாம்பலின் பிசுப்புத் தன்மை (Ash viscosity) ஆகிய வற்றைப் பற்றியதாகும். அட்டவணை-1இல் கொதி கலன்களில் எரியவைப்பதற்காகப் பிடுமினஸ் நிலக்கரி யின் தேர்விற்கான பொருத்தமான, சரியான தகவல் கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

நிலக்கரியைத் தூளாக்கும் அமைப்புகள் (Pulverized coal systems)

நிலக்கரியைத் தூளாக்கும் அமைப்பின் செயல் நிலக் கரியைத் தூளாக்கி எரிபொருள் எரியவைக்கும் சாதனத் திற்கு(Fuel-burning equipment)வழங்கிமேலும்குறைந்த அதிக அளவிலான காற்றுடன் (Minimum of excess air) உலையின் முழுமையான எரிதலை (Complete Combustion) அடையச் செய்வதாகும். அமைப்பு தொடர்ந்த முறையில் இயங்க வேண்டும். மேலும் குறிப் பிட்ட வடிவமைப்புக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் (Specified design limitation) நிலக்கரி வழங்குதல் அல்லது செலுத்துதலை (Coal supply or feed) எரியவைக்கும் முறையின் (Combustion process) தேவைக்கு ஏற்றாற் போல் வேகமாகவும் பரந்த அளவிலும் மாற்ற வேண்டும்.

எரிதலுக்குத் தேவையான காற்றின் ஒரு சிறிய பகுதி (தற்போதுள்ள அமைப்புகளில் 15%இலிருந்து 20%) அடுப்பிற்கு நிலக்கரியைக் கொண்டு செல்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதற்கு முதன்மைக் காற்று (Primary air) என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

நேரடியாக எரியவைக்கும் அமைப்பில் (Direct firing system) உள்ள தூளாக்கும் அமைப்பில் நிலக்கரியை உலர்த்துவதற்குக் கூட -

அட்டவணை 1

நிலக்கரியின் பண்புகளும் அதனை எரியவைக்கும் முறையும்

	எரிபொருளூட்டும் கருவி	தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி	சுழல்காற்று உலை
உச்ச, மொத்த ஈரம்* (எரிக்கப்படும் போது) %	15—20	15	20
விரைந்து ஆவியாகும் தன்மை யுடைய பொருள்-குறைந்த பட்ச அளவு (வறண்ட அடிப் படை) %	15	15	15
உச்ச, மொத்த சாம்பல் (வறண்ட அடிப்படை) %	20	20	25
உச்ச, சல்ஃபர் (எரிக்கப்படும் போது) %	5	—	—

* இந்த எல்லைகள், குறைந்த வகையிலான, உயர்ந்த உள்ளார்ந்த ஈரம் உடைய நிலக்கரிகளுக்கு அதாவது துணை பிடுமினஸ் நிலக்கரிக்கும் பழுப்பு நிலக்கரிக்கும் மிகைப்படலாம்.

முதன்மைக் காற்று பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எரிதலுக்கான மீதமுள்ள காற்று (80%லிருந்து 85%வரை) அடுப்பிற்குள் செலுத்தப்படுகின்றது. இதற்குத் துணைக் காற்று (Secondary air) என்று பெயர் வழங்குகின்றது.

தூளாக்கும் நிலக்கரி அமைப்பின் இரண்டு அடிப்படைச் சாதனக் கூறுகளாவன (Equipment components):

1) தூளாக்கும் அமைப்பு (Pulverizer) தேவைப்படும் நேர்த்தியான அளவிற்கு நிலக்கரியைத் தூளாக்கும்.

2) சரியான அளவுகளில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி முதன்மைக் காற்றுக் கலவையினைத் (Pulverized coal - primary - air mixture) துணைக்காற்றுடன் கலந்த பின்னர் அக்கலவையை எரிதலுக்காக உலைக்கு வழங்குவது. மற்ற தேவைகளாவன:

3) பயனுடைய தூளாக்கத்திற்கு நிலக்கரியை உலர வைப்பதற்கான வெப்பக்காற்று.

4) தூளாக்கும் அமைப்பிற்குக் காற்று வழங்குவதற்கான விசிறிகள் (Fans); அடுப்புகளுக்கு நிலக்கரிக் காற்றுக் கலவையை (Coal-air mixture) வழங்குவதற்கான விசிறிகள்.

5) ஒவ்வொரு தூளாக்கும் கருவிக்கும் நிலக்கரியை ஊட்டுவதற்கான வீதத்தினைக் (Rate of coal feed) கட்டுப்படுத்தும் நிலக்கரி ஊட்டும் அமைப்புகள் (Coal feeders).

6) நிலக்கரியையும் காற்றினையும் கொண்டு செல்லும் வழிகள்

இரு முதன்மை அமைப்புகளான தொட்டி அமைப்பு (Bin system), நேரடியாக எரியவைக்கும் அமைப்பு (Direct-firing system) ஆகியவை தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியினைச் செயல்முறைப்படுத்திப் பகிர்ந்து எரிய வைக்கப் (Processing, distributing and burning) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக்காலத்தில் நேரடியாக எரிய வைக்கும் அமைப்பே நிறுவப்பட்டு வருகின்றது.

தொட்டி அமைப்பு (Bin system)

இவ்வமைப்பு பெரிதும் வரலாற்றுச் சிறப்புடையதாகும். தொட்டி அமைப்பில் உலைக்குத் தொலைவிலுள்ள ஓர் இடத்தில் நிலக்கரி பக்குவப்படுத்தப்படுகின்றது (Processed). அதன் முடிவான விளைபொருள் (End product) சுழல்காற்றுத் திரட்டும் அமைப்புகளுக்கு (Cyclone collectors) வாயுவினால் இயங்கும் (Pneumatically) அமைப்புகளால் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. சுழல் காற்றுத் திரட்டு அமைப்புகள் காற்றினை வாயு மண்டலத்திற்கு மீண்டும் அனுப்புவதற்கு முன்னர் அதிலுள்ள நேர்த்தியான துகள்களை எடுத்துக்கொண்டு ஈரம் நிறைந்த காற்றைத் தூய்மையாக்குகின்றன. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி, தேக்கி வைக்கும் தொட்டிகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுப் பின்னர் பயன்படுத்தும் தொட்டிகளுக்கு வாயுவினால் இயங்கும் அமைப்புகளால் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இப்பயன்படுத்தும் தொட்டிகள் தயாரிக்கும் இடத்திலிருந்து 1700 மீட்டர் தூரம் வரை இருக்கும்.

நேரடியாக எரியவைக்கும் அமைப்பு (Direct firing system)

பாதுகாப்பு நிலைகளுக்கான முன்னேற்றங்களைப் பெற்றிருப்பதாலும், நிலையத் தூய்மை கருதிப் பெரிய அளவும் எளிமையும் கொண்டிருப்பதாலும், குறைந்த தொடக்க முதலீட்டைக் கருதிக் குறைந்த இயங்கும் செலவினைக் கொண்டிருப்பதாலும், குறைந்த இடத் தேவையைக் கொண்டிருப்பதாலும், தொட்டி அமைப்பிற்குப் பதிலாக நேரடியாக எரிய வைக்கும் அமைப்பு அதன் இடத்தைப் பெற்றுள்ளது.

நிலையத்தில் நிலக்கரித் தொட்டிகளில் (Bunkers) சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள நிலக்கரி எந்த நிலையில் பெறப்பட்டதோ அதே மூலப் பொருள் நிலையில் தொடர்ந்து பயன்படுத்துவதற்கேற்றவாறு நேரடியாக எரிய வைக்கும் அமைப்பிற்கான தூளாக்கும் சாதனம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. தூளாக்கும் அமைப்பிற்கு நேரடியாக நிலக்கரியினை மூலப்பொருள் நிலையிலேயே செலுத்தும்போது இது கிடைக்கிறது. இவ்வமைப்பில் நிலக்கரி உலர்த்தப்பட்டுத் தூளாக்கப்பட்டு அடுப்புகளுக்கு வழங்கப்படுகிறது. இவையாவும் ஒரே தொடர்ந்த இயக்கத்தில் (Single Continuous operation) நடைபெறுகின்றன.

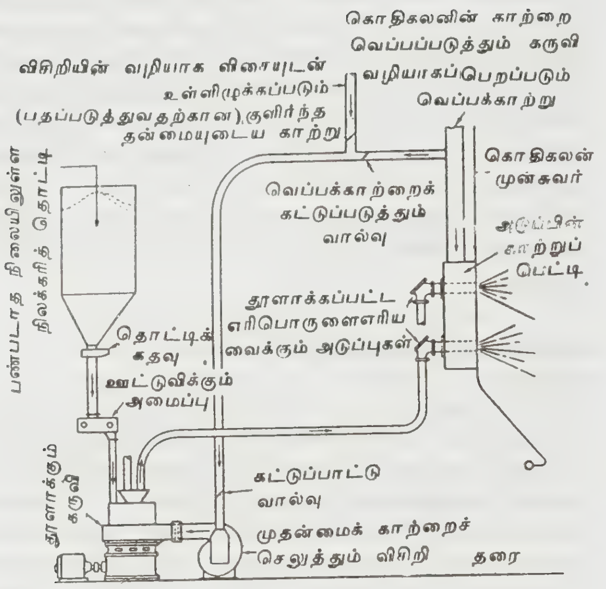
நேரடியாக எரியவைக்கும் அமைப்பிற்கான உறுப்புகள் (Components) (படம் 6) கீழ்க்கண்டவையாகும்:

1) மூலப்பொருள் நிலையிலுள்ள நிலக்கரியை ஊட்டும் அமைப்பு (Raw coal feeder)

2) நிலக்கரியை உலர்த்துவதற்காகத் தூளாக்கும் அமைப்பிற்கு வெப்பமான முதன்மைக் காற்றினை வழங்கும் மூலம் [நீராவி அல்லது வாயுக்காற்று வெப்பப்படுத்தும் அமைப்பு (Steam or gas air-heater)]

3) தூளாக்கும் அமைப்பிற்கான விசிறி. இது முதன்மைக் காற்று விசிறி என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. காற்றை உட்செலுத்த அல்லது வெளிச் செலுத்த (Blower or exhauster) ஏற்றதாய் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

4) அழுத்தத்தில் (அல்லது உறிஞ்சுவதற்கு) இயங்குமாறு தூளாக்கும் அமைப்பு உள்ளது.



படம்-6. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை நேரடியாக எரிய வைக்கும் அமைப்பு.

5) நிலக்கரியையும் காற்றையும் கொண்டு செல்வதற்கான வழிகள்

6) அடுப்புகள்

இரண்டு வகையான நேரடியாக எரியவைக்கும் முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன: 1) மிகவும் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் அழுத்தத்தைச் சார்ந்த வகை. 2) உறிஞ்சும்வகை. அட்டவணை-2இல் முதன்மையான வேறுபாடுகள் சுருக்கமாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.

அழுத்த முறையில் (Pressure method) தூளாக்கும் அமைப்பிற்கு உள்வழிப்பக்கமாக அமைக்கப்பட்டுள்ள முதன்மைக் காற்றை வழங்கும் விசிறி (Primary air fan) தூளாக்கும் அமைப்பின் வழியாக வெப்பமான முதன்மைக் காற்றினை விசையுடன் செலுத்துகின்றது. இது அவ்வமைப்பில் தூளாக்கப் பட்ட நிலக்கரியை எடுத்துக் கொண்டு அடுப்புகளுக்குத் தகுதியான நிலக்கரி-காற்றுக் கலவையை (coal-air mixture) வழங்குகின்றது. தனியானதொரு காற்றை வெப்பப்படுத்தும் கருவி (air heater) பொருத்தப் பட்டுள்ள இடத்தில், இந்த விசிறியைக் குளிர்ந்த காற்றில் இயங்கவைத்துக் காற்றினை முதலில் வெப்பப்படுத்தும் கருவி வழியாக விசையுடன் செலுத்திப் பின்னர் அது தூளாக்கும் அமைப்பு வழியாகச் செலுத்தப்படும். இவ்விரு நிகழ்ச்சிகளிலும் காற்றில் முழுவதுமாக இயங்கும் விசிறியால் அடுப்புகளுக்கு நிலக்கரி வழங்கப் படுகின்றது. பொதுவாக, ஒரு தூளாக்கும் அமைப்பு பல அடுப்புகளுக்கு நிலக்கரியை வழங்குகின்றது. அழுத்த முறையில் தூளாக்கும் அமைப்பிலிருந்து ஒரு தனித்த வழியில் ஒவ்வோர் அடுப்பிற்கும் நிலக்கரியை வழங்குவதற்கு ஏற்றவாறு இது அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் பகிர்ந்திடும் அமைப்பை (Distributor) அமைப்பதற்கான செலவு நீக்கப்பட்டு விடுகின்றது.

அட்டவணை 2

நேரடியாக எரியவைக்கும் அழுத்த அமைப்பு, உறிஞ்சும் அமைப்புகளின் ஒப்பிடும் சிறப்புகள்

இயல்பு	அழுத்த அமைப்பு	உறிஞ்சும் அமைப்பு
விசிறி வகை	காற்றை உட்செலுத்தும் விசிறி	காற்றை வெளிச்செலுத்தும் விசிறி
விசிறியின் இட அமைவு	தூளாக்கும் அமைப்பின் உள்வழியில்	தூளாக்கும் அமைப்பின் வெளிவழியில்
விசிறியின் கட்டுமான அமைப்பு	தரமானது	வெடிக்காமல் இருக்கும் தன்மையுடையது
விசிறி கையாளும் பொருள்	காற்று மட்டும்	தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியும் காற்றும்
விசிறியின் ஒப்பிடும் இயங்குதிறன்	உயர்ந்த	குறைந்த
விசிறியின் தேய்வு	குறைந்தது முதல் ஒன்றும் இல்லாதது வரையில்	உயர்ந்த
அடுப்புகளுக்குத் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி வழங்குதல்	நன்றாக அமைகிறது	பகிர்ந்திடும் அமைப்பு தேவையாகிறது

உறிஞ்சும் முறையில் (Suction method) தூளாக்கும் அமைப்பிற்கு வெளி வழிப்பக்கமாக அமைந்துள்ள காற்றை வெளிச் செலுத்தும் விசிறியால் நெகடிவ் அழுத்தத்தில் தூளாக்கும் அமைப்பின் வழியாகக் காற்றும் அதனுடன் சேர்ந்த நிலக்கரியும் உள்ளிழுக்கப்படுகின்றன. இவ்வகையான அமைப்பில் விசிறியானது நிலக்கரி-காற்றுக் கலவையைக் கையாளுகிறது. மேலும் ஓர் அடுப்பிற்கும் மேலாக இக்கலவையை வழங்குவதை விசிறியின் வெளியேற்றத்திற்கு அப்பால் அமைந்துள்ள பகிர்ந்திடும் அமைப்பால் மட்டுமே பெறலாம்.

நிலக்கரி தூளாக்கும் அமைப்பிற்கு நிலக்கரியையும் காற்றையும் ஊட்டுவது கீழ்க்கண்ட இரு வகையான முறைகளினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது: 1) நிலக்கரி ஊட்டம் (Coal feed), சுமைத் தேவைக்கு (Load demand) நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. நிலக்கரி ஊட்டத்தின் வீதத்திற்கு (Rate of coal feed) ஏற்றவாறு முதன்மைக் காற்று வழங்குதல் சரி செய்யப் படுகின்றது. அல்லது (2) தூளாக்கும் அமைப்பின் வழியாகச் செல்லும் முதன்மைக் காற்று சுமைத் தேவைக்கு நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது. மேலும் காற்றுப்பாய்வின் வீதத்திற்கு (Rate of air flow) ஏற்றவாறு நிலக்கரி ஊட்டம் சரி செய்யப்படுகின்றது. இவ்விரு வகைகளிலும் கொடுக்கப்பட்ட சுமைக்கு, முன்னரே தீர்மானிக்கப்பட்ட காற்று-நிலக்கரி வீதத் தொடர்பு (Air-coal ratio) நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

நேரடியாக எரிய வைக்கும் அமைப்பில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியைச் சேமிக்கும் இடங்களையும், உலர்த்துவதற்காகத் தனியாக எரிய வைப்பதையும் நீக்குவதோடு தூளாக்கும் அமைப்பிற்கு உயர் ஈரமுள்ள நிலக்கரியை உலர வைக்கவும் (மொத்த ஈரம் 20%, வெளிப் பரப்பு ஈரம் 15%) அல்லது உயர்-ஈர-பழுப்பு நிலக்கரியை (20இலிருந்து 40% வரை மொத்த ஈரம்) உலரவைக்கவும் 650°பா. (343. செ.) வரையிலும், அதற்கு மேலும் உள் வழிக்காற்று வெப்ப நிலையை வழங்குவதற்கு அனுமதிக்கின்றது.

நேரடியாக எரிய வைக்கும் அமைப்பில் ஒரு சிறிய குறை உள்ளது. தூளாக்கும் அமைப்பின் இயக்க எல்லை வழக்கமாக 3க்கு 1 என்ற விகிதத்திற்கு மேல் இருப்பதில்லை. (வேலை செய்யும் போது அடுப்புகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றாமல் இருக்க வேண்டும்). ஏனெனில் அமைப்பில் நிலக்கரி காற்றில் கலந்து மிதக்கக் காற்றின்வழிகளிலும் மேலும்அமைப்பின் மற்றபகுதிகளிலும் காற்றின் வேகத்தைக் குறைந்த பட்ச மதிப்பிற்கும் (Minimum values) மேலாக நிலைநிறுத்த வேண்டும். செயல் முறையில் எல்லாக் கொதிகலன் தொகுதிகளுக்கும் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட தூளாக்கும் அமைப்புகள் உள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றும் பல அடுப்புகளுக்குக் காற்றை ஊட்டுகின்றன. 3க்கு 1 என்ற சுமை வேறுபாடுகளுக்கும் மேலாகச் செல்லும் போது தூளாக்கும் அமைப்பையும் அது வழங்கும் அடுப்புகளையும் மூடியோ திறந்தோ பொதுவாக இந்நிலையை அடையலாம்.

தூளாக்கும் கருவிகளின் வகைகள் (Types of pulverizers)

பல வகையான பயன்பாடுகளுக்குப் பொருள்களின் அளவைக் குறைத்து நேர்த்தியான துகள் அளவிற்கு (Fine particle size) மாற்றுவது மிகவும் பழமை வாய்ந்த தொரு கலையாகும். கற்பாறைகள், தாதுப் பொருள், உலோகங்கள் ஆகியவற்றை அரைக்கும் இயந்திரங்களின் (Rock and mineral-ore grinding machinery) மாதிரியிலேயே பொதுவாக நிலக்கரி தூளாக்கும் சாதனங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன.

எல்லாவகையான தூளாக்கும் இயந்திரங்களிலும் அமைந்திருக்கும் கொள்கைகள் வருமாறு:

1) மோதுதல் வழியாக அரைத்தல் (Grinding by impact)
2) தேய்த்தல் (உரைத்தல்) (Attrition)
3) அழுத்தம் அளித்தல் (Compression)
4) இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இவ்வகையான முறைகளின் கூட்டு ஆகியவற்றால் தூள் செய்தல்.

தூளாக்கப்படும் பொருள் எல்லா வகையான தூளாக்கும் இயந்திரங்களிலும் உலோகப் பந்து மற்றும் இயக்கம் (Ball and race) என்ற வடிவமைப்பின் அடிப்படையில் தூளாக்கப்படுகின்றது. மற்ற வகைகள் கிண்ண வடிவான அரைக்கும் இயந்திரங்கள், குழாய் வடிவான அரைக்கும் இயந்திரங்கள், மோதி அரைக்கும் இயந்திரங்கள் ஆகும். தூளாக்கும் இயந்திரத்திற்கான தேவைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு சுருக்கிக் கூறலாம்.

1) சுமை மாற்றத்தின்போது வேகமான பதில் இயக்கம் (Rapid response to load change) வழங்குவதும், தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டுக்குப் பொருந்தச் செய்வதும் (Adaptability to automatic control).
2) நீண்ட இயங்கும் காலத்திற்குத் (Long operating periods) தொடர்ந்து வேலை செய்தல்.
3) தூளாக்கும் இயந்திரத்தின் அரைக்கும் கூறுகள் (Pulverizer grinding elements) வாழ்நாள் முழுவதும் குறிப்பிட்ட செயல் நிறைவேற்றத்தை நிலை நிறுத்துவதாக இருக்க வேண்டும்.
4) பல வகையான நிலக்கரிக்கு ஏற்ப இருக்க வேண்டும்.
5) குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள பல வகையான பகுதிகள் பராமரிப்பதற்கு எளிமையாகவும், எளிதில் அணுகத்தக்கவாறும் போதிய இடமும் கொண்டு இருக்க வேண்டும்.
6) கட்டிடக் கொள்ளளவு குறைவாய் இருக்க வேண்டும்.

காற்றை வெளிச் செலுத்தும் விசிறிகளும் காற்றை உட் செலுத்தும் விசிறிகளும் (Exhausters and Blowers)

அடுப்புகளுக்குத் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியைக் கொண்டு செல்வதற்கு முதன்மைக் காற்று தேவை யாகின்றது. நேரடியாக எரிய வைக்கும் அமைப்பில் தூளாக்கும் கருவிகள் வழியாக முதன்மைக் காற்று வழங்கப்படுகின்றது. அழுத்த அமைப்பில் முதன்மைக் காற்றைச் செலுத்தும் விசிறி (Primary air fan) தூய காற்றைக் கையாளுகிறது. மேலும் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி உராய்விற்கு (Abrasion) உள்ளாவதில்லை. இந்த வகையில் உயர்ந்த இயங்குதிறனைக் (Efficiency) கொண்ட விசிறியைப் பயன்படுத்தலாம்; ஏனெனில் இதனுடைய நிலைகள் திறமையான சுழலும் பகுதியின் வடிவமைப்பினையும் (Efficient Rotor Design), மேலும் உயர்ந்த முனை வேகத்தையும் (High tip speed) அனு மதிக்கின்றன.

உறிஞ்சும் அமைப்பில் (suction system) விசிறி அல்லது காற்றை வெளிச்செலுத்தும் விசிறி காற்றுடன் சேர்ந்த தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியைக் கையாள வேண்டும். தேசிய தீப்பாதுகாப்புக் குழுவின் (National Fire Protection Association) குறிப்புகளுக்கு இணங்கக் காற்றை வெளிச்செலுத்தும் விசிறியின் வெளிப்புற அமைப்பு (Exhauster housing) விசிறிக்குள் வெடிப்பு ஏற்படாமல் பாதுகாக்கவும், 200 ப.ச.அ. அழுத்தத் தைத் தாங்குவதற்கு ஏற்றவாறும் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். மேலும் காற்றை வெளிச் செலுத்தும் விசிறி அதிக அளவில் தேய்விற்கு உட்படுத்தப்படுவ தால் வண்டிச் சக்கரம் (Paddle-wheel) வகை சார்ந்த பளுவான கட்டுமானத்துடன், கடினமான உலோகத் தால் செய்யப்பட்டுப் புறப்பரப்புப் பூச்சுக்களைக் கொண்டு அமைய வேண்டும். இத்தகைய கட்டுமானங் கள், விசிறியின் இயங்கு திறனுக்குத் தீமை விளை விக்கும்.

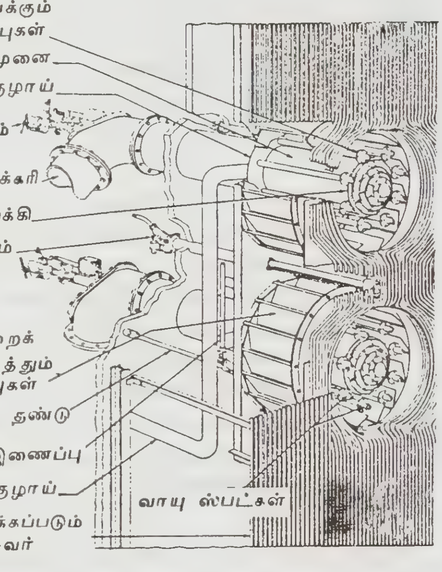
அமைப்பிற்குத் தேவையான அழுத்தத்தைச் சார்ந்து தூளாக்கும் கருவியினுடைய விசிறியின் வேகம் அமை கின்றது. ஆனால் பொதுவாக இவ்வேகம் 1800 சு.ஒ.நி. (சுழற்சிகள் ஒரு நிமிடத்திற்கானது-r.p.m.) ஆகும். விசிறிகள் வழக்கமாக மோட்டாருடன் தன்னியல்பாகச் சுழலக்கூடியவை. ஆனால் சிறிய அளவுகளில் ஒரே ஒரு மோட்டார் மட்டும் தூளாக்கும் கருவியையும் விசிறி யையும் சேர்த்து ஓட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படு கின்றது.

தூளாக்கிய நிலக்கரியை எரிய வைக்கும் சாதனம் (Pulverized Coal Burning Equipment)

எண்ணெயையும் வாயுவையும் பொறுத்தவரை தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை எரிய வைப்பதற்கான முதன்மையான சாதன உறுப்பாக அடுப்பு அமைகின் றது. கொதிகலன்களையும் உலைகளையும் வடிவமைப் பதில் (Design of boilers and furnaces) திடவடிவிலுள்ள தூளாக்கப்பட்ட எரிபொருளைப் பயன்படுத்துவது கூடுதலான பிரச்சினைகளை உண்டாக்குகின்றது.

எரியும் காற்றிற்குப் பெரிய அளவில் எண்ணெய்த் துகள் பரப்பை (Oil particle surface) உண்டாக்க வேண்டியிருப்பதால் எண்ணெயை நுண்திவலைகளாக்க வேண்டும்; எனவே சிறிய துகள்கள் அளவில் நிலக்கரி தூளாக்கப்பட வேண்டும். அதாவது சரியான எரிவிப்பை உறுதி செய்ய ஓர் அலகு பொருள் அளவிற்கான (Unit mass) பரப்பு தேவையான அளவு பெரியதாக இருக்க வேண்டும்.

மேலும் நிலக்கரியின் புறப்பரப்பிலுள்ள ஈரத்தினை நீக்க வேண்டும். நேரடியாக எரியவைக்கும் அமைப்பில் அடுப்பிற்கு முதன்மைக் காற்றுடன் நிலக்கரியை மிதக்க வைத்துக் கலவை வழங்கப்படுகின்றது. மேலும் இந்தக் கலவையை அடுப்பில் துணைக்காற்றுடன் போதிய அளவில் கலக்க வேண்டும்.



படம்-7. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கை எரிவாயு ஆகியவற்றை எரியவைக்கும் அறையிற்கான அடுப்பு.

தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி, எண்ணெய் அல்லது வாயு வினை எரிய வைப்பதற்கு அறையிற்கான அடுப்பு (Cell burner), எல்லாத் தேவைகளையும் உள்ளடக்கிக் கொண்டுள்ளது. இதைப் படம் 7இல் காண்க. மூன்று முதன்மையான எரிபொருள்களின் எவ்வகையான கலப் பிலும் எரிய வைப்பதற்கு இந்த அடுப்பும், கட்டுப் படுத்தும் வாயுத் தட்டினைக் கொண்ட அடுப்புகளும் எல்லாத் தேவைகளையும் கொண்டுள்ளன. இருப் பினும், அடுப்பில் எண்ணெயுடன் தூளாக்கப்பட்ட

நிலக்கரி இணைந்த எரிதலைக் குறுகிய அவசர காலங்களுக்கு மட்டுமே அனுமதிக்க வேண்டும்.

தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரிக் கூறில் சுட்ட நிலக்கரி (Coke) தோன்றுவதைத் தவிர்ப்பதற்காக நீண்ட இயங்கும் காலங்களுக்கு இம்முறையைப் பரிந்துரை செய்வதில்லை. ஒவ்வோர் அடுப்பிற்கும் உச்ச-குழாய் முனை உட்செலுத்தம் (Maximum nozzle input) 165/மில்லியன் பி.வெ.அ/மணி ஆகும். முழுச் சுமையில் கொதிகலனுடைய துணைக்காற்று செல்லும் வாயிலில் அதன் வேகம் (Secondary air port velocity) வெப்பப்படுத்தாத துணைக் காற்றினைப் பயன்படுத்தும் சிறிய கொதிகலன்களுக்கு 1 நிமிடத்திற்கு 4000 அடி வேகம் முதற்கொண்டு 600° பா. (316° செ.) வெப்ப நிலையுடைய காற்றினைக் கொண்ட உலர்ந்த சாம்பல் நீக்கப்படும் உலைக்கு (Dry ash removal furnace) 1 நிமிடத்திற்கு 6000 அடி வேகம் வரையில் அமையும். கசடை வடிக்கும் உலைகளில் (Slag-tap furnaces) வட்ட வடிவான அடுப்புகள் (Circular burners) அமைந்திருப்பின் 1 நிமிடத்திற்கு 7500 அடி வேகம் வழக்கமாக அமைகின்றது. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை எரிய (தீப்பற்ற) வைக்கும் சாதனமும் கட்டுப்பாட்டுச் சாதனமும் (Ignition and control equipment) எண்ணெய்க்கும் வாயுவிற்கும் உள்ளதைப் போலவேயாகும். எனினும் இதைப் பயன்படுத்தும் வழிகள் மாறுபடுகின்றன. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியைப் பொறுத்தமட்டில், எரியும் பகுதியின் (Combustion zone) வெப்பநிலை மிகவும் உயர்த்தப்பட்டு முதன்மை எரிபொருள் தன்னியல்பாகத் தொடர்ந்து எரிவதை (Self sustaining ignition)of the main fuel) உறுதிப்படுத்தும்வரை தீப்பற்றவைக்கும் கருவிகளைப்(Ignitors) பல மணிகள் வரை இயங்க வைக்க வேண்டும்.

தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி தானே தீப்பற்றுவதற்கான பண்பு (Self-igniting characteristics) ஓர் எரிபொருளுக்கும் மற்றொன்றிற்கும் மாறுபடுகின்றது. ஆனால் எல்லா வகையான நிலக்கரிகளுக்கும் துணை எரிபொருள் (Auxiliary fuel) இல்லாமலேயே, கொதிகலனுடைய மூன்றில் ஒரு பங்கு கொள்ளளவு வரையில் தீப்பற்றவைப்பினை நிலைநிறுத்தத் தக்கதாய் அப்பண்பு இருக்க வேண்டும். சில நேரங்களில் காற்பங்கு சுமை (Quarter load) வரையில் மிகவும் நம்பத்தகுந்த எரிவிப்பு கிடைக்கின்றது. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியுடன் 25% அளவிற்கும் குறைவான எளிதில் ஆவியாகும் பொருளைக் கொண்டுள்ள போது உயர் சுமைகளில் (High loads) கூடத் தீப்பற்ற வைக்கும் கருவிகளைச் செயற்படுத்துவது அவசியமாகின்றது.

மிகுந்த ஈரமும் குளிரால் விறைப்பும் கொண்ட எந்த நிலக்கரிக்கும் தீப்பற்றவைக்கும் கருவிகளைச் செயற்படுத்துவது அவசியம் ஆகின்றது. தூளாக்கும் கருவிகளுக்கு விட்டு விட்டு நிலக்கரியை ஊட்டும் போதும் இத்தீப்பற்றவைக்கும் கருவிகளைச் செயற்படுத்துவது தேவையாக உள்ளது. நிலக்கரி தூளாக்கப்படும் கருவிக்குச் சென்றடையாத போதோ சிறிய அளவுகளில் செல்லும் போதோ இவ்விடைவெளிகளில் தீப்பற்றவைக்கும் கருவியினை இயக்காமலிருந்தால் அடுப்பினுடைய எரியவைப்பு மிகக் குறுகிய நேரத்திற்குள் நின்று போய் அணைந்து விடும். நிலக்கரிப் பாய்வினை மீளவும் பெற்ற பின்னர், அந்த அடுப்பு அருகிலுள்ள அடுப்பிலிருந்து தீயைப் பெற்று வெடிக்கும் விசையுடன் (Explosive force) எரியத் தொடங்கும்.

அதிகக்காற்று (Excess air)

எண்ணெய், இயற்கை எரிவாயுகளைக் காட்டிலும் விரும்பத்தக்க எரிவிப்பைப் பெறுவதற்குத் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரிக்குக் கூடுதலான அதிகக் காற்று (More excess air)தேவையாகின்றது.

இதற்குக் காரணம் யாதெனில் தனித்த அடுப்புக் குழாய்களுக்கும் (Individual burner pipes), எரிபொருள் வெளியேற்றும் குழாய் முனைகளுக்கும் (Fuel discharge nozzles) உள்ளியல்பாய் அமையும் நிலக்கரியின் தவறான பகிர்விப்பேயாகும் (Inherent mal distribution of coal). உயர் சுமைகளில் உலையின் வெளிவழியில் (Furnace outlet) அளக்கப்படும் எரியாத, ஆனால் எரியத்தக்க எரிபொருளினுடைய குறைந்த ஏற்கத்தக்க அளவு 15% அதிக அளவிலான காற்றுடன் வழக்கமாகக் கிடைக்கிறது. முதன்மைக் காற்றுடன் நிலக்கரி, துணைக் காற்று இவைகளினால் வழக்கமான கசடு உருவாவதையும், தவறான பகிர்வினையும் இது அனுமதிக்கின்றது. கசடு உருவாவதையும், வெப்பத்தை உட்கவரும் சாதனத்தின் உருக்குலைவையும் தடுப்பதற்கு உயர்ந்த அளவில் கூடுதல் காற்று தேவையாகின்றது.

தூளாக்கப்படும்-நிலக்கரி-எரிய வைக்கும் தொகுதியினுடைய (Pulverized-coal-fired unit) அடுப்பையும் உலையையும் வடிவமைப்பதில் நிலக்கரிச் சாம்பலிலிருந்து (Coal ash) பெறப்படும் கசடையும் (Slagging) அடுப்பின் உருக்குலைவையும் (Fouling) குறைப்பதற்கு அடுப்பின் அமைப்பிலும் உலையின் அமைப்பிலும் (Configuration) அதிக கவனம் செலுத்த வேண்டும். எல்லா வகையான வடிவமைப்புகளிலும் நன்கு செயல்படுவதற்கு அதிக அளவில் கூடுதல் காற்றை அனுமதிப்பது சிறப்புடையதாகவே அமைகின்றது. ஆனால் இது நல்ல அடிப்படையான வடிவமைப்பிற்குப் பதிலாக நீண்ட காலத்திற்கான சிக்கனமற்றதொன்றாகவே உள்ளது.

எல்லாத் தூளாக்கும் கருவிகளும், அடுப்புகளும் வேலை செய்யும்போது பொதுவாக இவற்றின் இணைப்பு முழுச் சுமை (Full load) யிலிருந்து கிட்டத்தட்ட 40% முழுச்சுமை வரை திருப்திகரமாக இயங்கும். சில அமைப்புகளில் தேவைப்பட்ட எண்ணிக்கைக்குக் கூடுதலாக எரிபொருள் தூளாக்கும் கருவியும், அடுப்புகளின் ஒரு தொகுதியும் உள்ளன. தூளாக்கும் கருவி எதிர்பாராமல் இயங்காதபோது கொதிகலன் வேலை

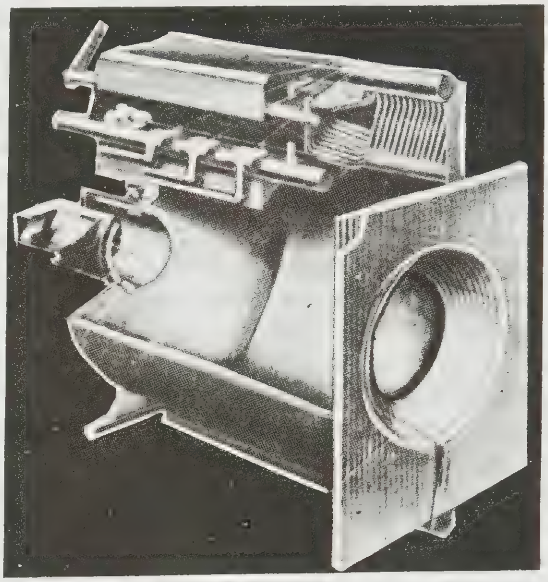
செய்வதை உறுதி செய்வதற்காகவே இவ்வாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது, தொகுதியினுடைய, கொள்ளளவு தேவைக்கு (Capacity demand) ஏற்ப உதிரி உறுப்புகள் (Spares) இருக்கின்ற இடத்தில் வேலை செய்யும்போது மிகுந்த எண்ணிக்கையில் அடுப்புகளைக் கொண்டும் தூளாக்கும் கருவிகளைக் கொண்டும் இயங்கவைப்பது பொருளாதார முறையில் மிகவும் சிக்கனமானது.

இயங்காத ஒரு தொகுதியை வேலை செய்யும் நிலைக்குக் கொண்டு வருவதைக் காட்டிலும் இயங்கும் தூளாக்கும் கருவியிலிருந்து சுமையினை எடுத்துக் கொள்வது எளிதாக உள்ளது. மேலும் ஒரு கொதிகலன் தொகுதியில் (Boiler unit) உயர் சுமைகளில் (High loads) பயன்படாத அடுப்புகளிலுள்ள அடுப்பின் கூறுகள் கதிர்வீச்சு வெப்பத்தினால் (Radiant heat) வேகமாகப் பாழாகி விடும். பயன்படாத அடுப்புகளில் உண்டாகும் அதிக வெப்பத்தைக் குறைப்பதற்காகக் காற்றைச் செலுத்தும் போது அக்காற்று எரியவைக்கும் வினையில் (Combustion reaction) பங்கு ஏற்காது. ஆனால் இக் கூடுதல் அளவான காற்றினால் கொதிகலனின் இயங்கு திறம் குறைகிறது.

சுழல்காற்று உலை (Cyclone furnace)

1920 ஆம் ஆண்டில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியினால் எரியவைக்கும் முறை எரிபொருளூட்டும் கருவியின் எரிவிப்பைக் காட்டிலும் பெரியதொரு முன்னேற்றத்தையும் நன்மையையும் வழங்கியது. 1970 மத்தியில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை எரிய வைக்கும் முறை நன்கு உருவாக்கப்பட்டுப் பலவகையான நிலக்கரியை, குறிப்பாக உயர்ந்தவகை நிலக்கரியினை, மிகவும் திறம்பட எரியவைக்க உதவியது. 1940 ஆம் ஆண்டில் சுழற்காற்று உலை உருவாக்கப்பட்டு இப்போது பரந்த அளவில் பயன்பட்டு வருகின்றது. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை எரிய வைக்கும் முறை புகுத்தப்பட்ட பின்னர் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றமாக,சுழல் காற்று உலை எரியவைப்பு முறை அமைந்தது.

சாம்பல் ஆய்வில் (Ash analysis) இரும்பு அல்லது இரும்பு பைரைட்டுகள் அதிக அளவில் இல்லை என்று தெரிய வந்தால் 2600° பா (1427° செ.) அல்லது அதற்கும் குறைவான வெப்பநிலையில் கசடின் பிசுப்புத் தன்மை (Slag viscosity) 250 பாய்சுகள் (Poises) இருக்கும் நிலக்கரிக்குச் சுழல் காற்று உலையானது பொருத்தமாக அமைகின்றது. இவ்வகையான நிலக்கரிக்குத் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரிஎரியவைப்பில்கிடைக்கும் நன்மைகளோடு கீழ்க்கண்ட நன்மைகளையும் சுழல் காற்று உலை எரியவைப்பில் பெறலாம். அதாவது (1) புகைபோக்கியின் வழியாகச் செல்லும் வாயுக்களில் (Flue gas) பறந்து சென்றிடும் சாம்பல் அளவு (Fly ash content) குறைந்துள்ளது. (2) எரி பொருளைத் தயார் செய்வதில் செலவு குறைகின்றது. ஏனெனில் தூளாக்குவதற்குப் பதிலாக நொறுக்குதல் (crushing) மட்டும் போதுமானது. (3) உலை அளவு குறைவாக உள்ளது.



படம் 8. சுழல் காற்று உலை

படம் 8இல் காட்டப்பட்டுள்ள சுழல்காற்று உலையானது நீரினால் குளிரவைத்த கிடைமட்டமான (Water cooled horizontal cylinder) உருளையாகும். இவ்வுருளையில் எரிபொருள் எரிய வைக்கப்பட்டு மிகவும் உயர்ந்த வீதத்தில் (High rates) வெப்பம் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது. மேலும் எரிதல் முழுமையாக நிறைவேற்றப்படுகிறது. அதனுடைய நீரால்-குளிரவைக்கும் பரப்புகள் (Water cooled surfaces) பெரிய தலையுள்ள ஆணிகளால் (Studded) இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் அதனுடைய பெரும்பகுதி உயர்வெப்பம் ஏற்கும் பொருளால் (Refractory) மூடப்பட்டுள்ளது. சாதாரண நொறுக்கும் இயந்திரத்தில் (Crusher) நிலக்கரி நொறுக்கப்பட்டுக் கிட்டதட்ட 95% அளவு, 4 கம்பிகளால் ஆக்கப்பட்ட துவாரங்களைக் கொண்ட சல்லடை வழியாகச் சென்று சுழல் காற்று உலையின் அடுப்புமுனையில் செலுத்தப்படுகின்றது. எரிவதற்கு வேண்டிய 20% அளவுள்ள முதன்மைக் காற்று தொடுவரையாக அடுப்பிற்குள் செலுத்தப்பட்டு உள்வரும் நிலக்கரிக்கு ஒரு சுழலும் இயக்கத்தை (Whirling motion) வழங்குகின்றது. சுழல் காற்று உலையின் முதன்மையான உருளையின் (Main barrel) உச்சிப் பகுதியில் அதே திசையில் தொடுவரையாக (Tangentially) துணைக் காற்று (Secondary air) செலுத்தப்படுகின்றது. இக் காற்று நிலக்கரித் துகள்களுக்கு மேலுமொரு சுழற்சியை (Whirling) அல்லது மைய விலகு இயக்கத்தை வழங்குகின்றது. அடுப்பின் நடுவில் சிறிய அளவில் காற்று செலுத்தப்படுகின்றது.

450,000 முதல் 800,000 பி.வெ.அ/ கனஅடி/மணி வரையான வெப்ப வெளிப்பாடு வீதத்தில் எரிபொருளி லிருந்து எரியக்கூடியவை எரிவிக்கப்படுகின்றன. மேலும் 3000° பா. (1649° செ.)க்கும் அதிகமான வாயு வெப்ப நிலைகள் உண்டாகின்றன. இந்த வெப்ப நிலைகள் போதிய உயர் அளவைக் கொண்டிருப்பதால் சாம்பல் உருகித் திரவக் கசடாக (Liquid slag) மாறிச் சுழல்காற்று உலையின் சுவர்களில் ஓர் அடுக்காக (layer) அமைகின்றது. மைய விலகு விசையால் உட் சென்றிடும் நிலக்கரித் துகள்கள் சுவர்கள் மீது வீசப் பட்டுச் சுவரின் மேலுள்ள கசடினால் பிடித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இவை மேலும் உயர் வேகத் தில் தொடுவரையாக வரும் துணைக்காற்றினால் அழுத்தித் துடைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறாக நிலக்கரியை எரிய வைப்பதற்குத் தேவையான காற்று மிக வேகமாக வழங்கப்பெற்று எரிந்த பின் தோன்றும் விளை பொருள்கள் வேகமாக நீக்கப்பட்டுவிடுகின்றன.

எரிந்த பின் தோன்றிய வாயு விளைபொருள்கள் (Gaseous products of combustion) சுழல் காற்று உலை யினுடைய நீரினால் குளிரவைக்கும் மறு நுழைவுத் தொண்டைப் பகுதி (Water-cooled re-entrant throat) வழியாக வெளியேற்றப்பட்டுக் கொதிகலன் உலையினு டைய வாயுக் குளிர்விப்புப் பகுதிக்குச் செல்கின்றன. சுவர்களில் தங்கியுள்ள உருகிய கசடு அடுப்பிலிருந்து தொடர்ந்து வடிகப்பட்டுக் கொதிகலன் உலையினு டைய கசடை வடிக்கும் திறப்பு (Slag tap) வழியாக வெளியேற்றப்பட்டுக் கசடு தொட்டிக்குக் (Slag tank) கொண்டு செல்லப்பட்டுத் திடப்பொருளாக மாற்றப் பட்டுப் பின்னர் தூளாக்கப்பட்டு வெளியேற்றப்படு கிறது.

பலவகைப்பட்ட எரிபொருள்களை நன்கு எரிப்பதற்கு ஏற்றவாறு சுழல்காற்று உலை அமைந்துள்ளது. குறைந்த ஆவியாகுந்தன்மையுடைய பிடுமினஸ் நிலக் கரி (Low volatile bituminous coal) முதற் கொண்டு பழுப்பு நிலக்கரி (Lignite) வரையிலுள்ள பரந்த எல்லை யைக் கொண்ட நிலக்கரி வகைகளைத் திறம்பட எரிக் கலாம். மேலும் மற்ற திட எரிபொருள்களான விறகுப்பட்டை (wcok bark), சுட்ட நிலக்கரி (Coal chars), பெட்ரோலியம், கோக் ஆகியவற்றை மற்ற புதை படிவு எரிபொருள்களுடன் சேர்த்து நன்கு எரிய வைக்கலாம். எரிபொருள் எண்ணெய்களும் எரிவாயுக் களும் எரிய வைப்பதற்குப் பொருத்தமாக அமை கின்றன.

எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் (Stokers)

திறம்பட இயங்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவிக்குத் தேவையாக உள்ளவை, தேவையான கொள்ளளவிற்கு எரிபொருளைப் பயன்படுத்துவதற்கான சரியான வகை யும்,சரியான அளவிலான கருவியைத் தேர்ந்தெடுப்பதும் ஆகும். எரிபொருளூட்டும் கருவியின் சரியான கட்டுப் பாட்டிற்காகத் தேவையான கருவிகளைக் கொண்ட தாய் இணைந்த கொதிகலன் தொகுதி அமைய வேண்டும். கொடுக்கப்பட்ட எரிபொருளூட்டும் கருவி யின் வகைக்கும் அதன்கொள்ளளவிற்கும்தேவையாக அமைந்த தீத்தட்டின் பரப்பு (Grate area) அனுபவத்தில் தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. அட்டவணை 3 இல் பல வகையான எரிபொருளூட்டும் கருவிகளுக்கு அனுமதிக் கப்பட்ட எரிபொருள் எரிவிக்கும் வீதங்கள் (Fuel bur- ning rates) (பி.வெ அ.சதுர அடி/மணி) கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. இவை எரிபொருளூட்டும் கருவியின் வகைக்கு ஏற்ற நிலக்கரி வகைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

உலைக்கு எரிபொருளைச் செலுத்தும் முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு நான்கு விதமாக இயந்திர வகையில் இயங்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவிகளை (Mechanical stokers) வகைப்படுத்தலாம். அவையாவன (1) பரவச் செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் (Spreader stokers)

(2) அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் (Underfeed stokers) (3) நீர்க் குளிர்விப்பு அதிர்வுத் தீத்தட்டு எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் (Water cooled vibrating grate stokers) (4) பிணைக் கப்பட்ட தீத்தட்டு-நகர்ந்திடும் தீத்தட்டு-எரிபொரு ளூட்டும் கருவிகள் (Chain grate and travelling grate stokers)

இவ்வகையில் ஒரு மணிக்கு 75000 முதல் 400,000 பவுண்டுகள் வரை நீராவி அளவு எல்லையில் (Capacity range) மிகவும் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படுவது, பரவச்செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவியாகும். ஏனெனில் சுமை வீச்சுக்களுக்கு (Load swings) வேகமான பதில் இயக்கத்தை வழங்குவதோடு (Responds rapidly) பரந்த வகையில் எரிபொருள்களையும் எரியவைப்பதற்கு இது ஏற்றதாக உள்ளது.

அடிப்புறமாக எரிபொருளூட்டும் கருவியானது தனித் தொட்டியுடைய திணிக்கும் ஊட்டுவிப்பைக் கொண்ட பக்க-சாம்பல்-வெளியேற்ற வகையைச் (Single retort ram feed, side-ash, discharge-type) சார்ந்தது. இவ் வகைகள் முக்கியமாக வெப்பப்படுத்துவதற்காகவும், மேலும் 1 மணிக்கு 30000 பவுண்டுகளுக்கும் குறை வான நீராவிக் கொள்ளளவுடைய சிறிய தொழிற் சாலைத் தொகுதிகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

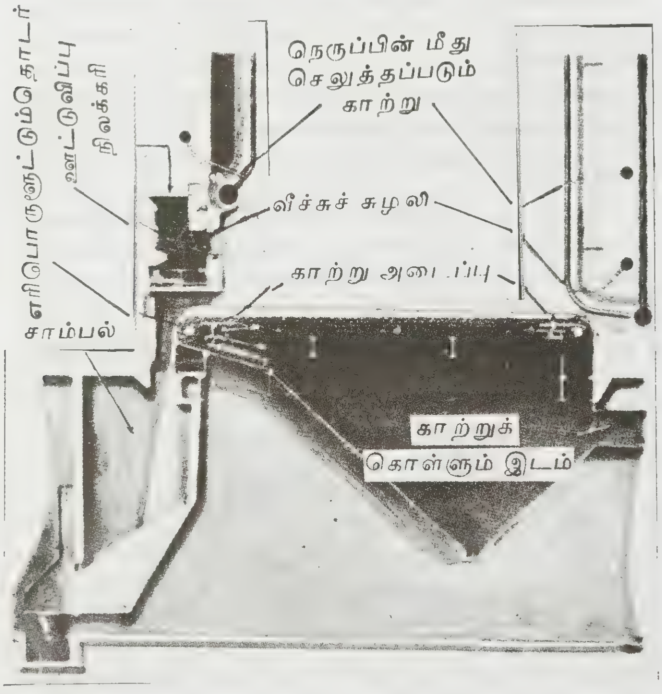
பல தொட்டிகளைக்கொண்ட (Multiple retort) பெரிய அளவிலான அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும் பின்பக்க- சாம்பல் வெளியேற்றும் வகையான (Rear ash discharge type) எரிபொருளூட்டும் கருவிகளுக்குப் பதிலாக இடைப்பட்ட எல்லைகளில் (Intermediate range) பரவச் செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவிகளும் (Spreader stokers), நீர்க் குளிர்விப்பு அதிர்வுத் தீத்தட்டு எரி பொருளூட்டும் கருவிகளும் (Water cooled vibrating grate stokers) பெரிதும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

அட்டவணை 3

எரிபொருளூட்டும் கருவிகளுக்கான உச்ச, அனுமதிக்கத் தக்க எரிபொருள் எரியவைக்கும் வீதங்கள்

எரிபொருளூட்டும் கருவியின் வகை	பி.வெ.அ/சதுர அடி மணி
பரவச் செய்யும்-நிலையான கொட்டும் தீத்தட்டு (Stationary and dumping grate)	450000
பரவச் செய்யும் நகர்ந்திடும் தீத்தட்டு	750000
பரவச் செய்யும் அதிர்வுத் தீத்தட்டு	400000
அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும் தனித்த அல்லது இரண்டு தொட்டிகளைக் கொண்ட	425000
அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும்-பல தொட்டிகளைக் கொண்ட	600000
நீர்க்-குளிர்விப்பு அதிர்வுத் தீத்தட்டு	400000
பிணைக்கப்பட்ட தீத்தட்டு-நகர்ந்திடும் தீத்தட்டு	500000

பிணைக்கப்பட்ட, - நகர்ந்திடும் தீத்தட்டு எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் இன்னும் சில இடங்களில் பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும், பரவச்செய்யும் அதிர்வுத் தீத்தட்டு வகைகளால் படிப்படியாக மாற்றப்பட்டு வருகின்றன.

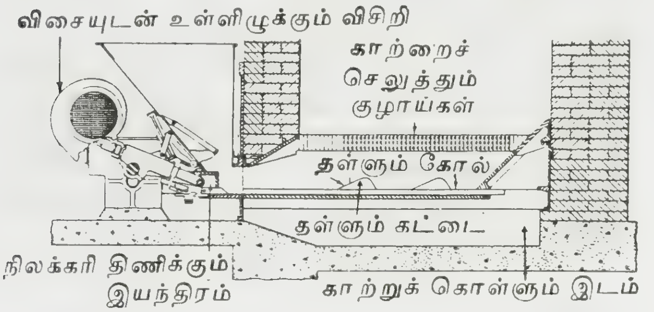


படம்-9. நகர்ந்திடும் தீத்தட்டுடைய, பரவச் செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவி-முற்பக்க-சாம்பல் வெளியேற்றம் கொண்டது.

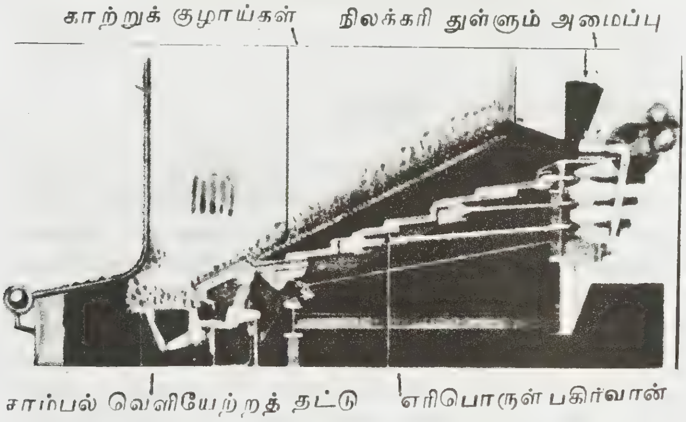
அதன் பெயரே குறிப்பிடுவது போல பரவச்செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவி ஒரே சீரான பரவச்செய்யும் செயலைக் கொண்டு உலையில் நெருப்பின் மீது எரிபொருளைச் செலுத்துகிறது. இதனால் நேர்த்தியான எரிபொருள் துகள்களை மிதக்கவைத்து எரியவைக்கின்றது. (படம் 9) வாயுப் பாய்வில் (Gas flow) தாங்க இயலாத பெரிய துண்டுகள் வேகமாக எரியும் படுகையில் (Fast burning bed) எரிவதற்காகத் தீத்தட்டின் மீது விழுகின்றன. இம்முறையில் எரியவைப்பது சுமை மாறுபாடுகளுக்கு (Load fluctuations) மேம்பட்ட உணர்வினை (Excellent sensitivity) வழங்குகின்றது. ஏனெனில் எரியவைக்கும் வீதத்தை உயர்த்தும்போது தீப்பற்ற வைப்பு மிகவும் உடனடியாக நிகழ்கிறது. மேலும் விரும்பும் பொழுதுஇலேசான எரிபொருள் படுகை முழுவதையும் வேகமாக எரிய வைக்கலாம். எல்லா வகையான பரவச் செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவிகளும், குறிப்பாக, நகர்ந்திடும் தீத்தட்டுடைய,பரவச் செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவியானது பரந்த எல்லையைக் கொண்ட எரிய வைக்கும் பண்புகளுடன் உருகும் போக்கினைக் கொண்ட நிலக்கரியுடன் சேர்த்து எரிபொருள்களை எரியவைக்கும் அசாதாரணமான திறம் படைத்துள்ளது. உயர்ஈரம் கொண்ட கட்டற்ற முறையில் எரியும் பிடுமினஸ், பழுப்பு வகைகளைச் சார்ந்த நிலக்கரிகள் (Bituminous and lignite coals), வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் உயர்ந்த, எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையுடைய நிலக்கரி(higher volatile coal) யுடன் கோக் பிரீஸ் (Coke breeze) போன்ற சில குறைந்த ஆவியாகுந்தன்மையுடைய எரிபொருள்களுடன் சேர்ந்த கலவை எரிய வைக்கப்பட்டுள்ளது. பரவச் செய்யும் எரிபொருளூட்டும் கருவியின் மூலமாக எரியவைப்பதற்கு

ஆந்திரசைட் நிலக்கரி திருப்திகரமான எரிபொருளாக இருப்பதில்லை.

அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் பொதுவாக இரு வகைப்படும். (1) கிடைமட்டமான ஊட்டவைப்பு-பக்கச்சாம்பல் வெளியேற்ற வகை.



படம்-10. தனித்த, தொட்டியையுடைய், கிடைமட்டமான ஊட்டுவிப்பைக் கொண்ட பக்கச் சாம்பல் வெளியேற்றம் கொண்ட அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவி.



படம்-11. பல தொட்டிகளைக் கொண்ட புவி ஈர்ப்பு முறை ஊட்டவைப்பு வகையான, பின் பக்கச் சாம்பல் வெளியேற்றம் கொண்ட, அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவி.

(Horizontal feed side ash-discharge type) (2) பூமி ஈர்ப்பு முறையில் ஊட்டவைப்பு- பின்பக்கச் சாம்பல் வெளியேற்றும் வகை (Gravity feed rear-ash discharge-type) படம் 11 பக்கச்சாம்பல்-வெளியேற்றம் கொண்ட அடிப்புறமாக ஊட்டுவிக்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவியில் (Side-ash-discharge under-feed stoker) தீனித்தொட்டி (Retort) என்றழைக்கப்படும் மையத்தொட்டிக்கு (Central trough) துள்ளும் அமைப்பிலிருந்து (Hopper) முன்னும்பின்னும் செல்லும் திணிக்கும் இயந்திரத்தின் (Reciprocating ram) மூலமாக எரிபொருள் ஊட்டப்படுகின்றது. மிகச் சிறிதளவுள்ள வெப்பத்தை வழங்கும் எரிபொருளூட்டும் கருவிகளில் திருகு சாதனம் (Screw) துள்ளும் அமைப்பிலிருந்து தொட்டிக்கு நிலக்கரியைக் கொண்டுசெல்கிறது. தொட்டியின் அடிப்புறத்தில் வரிசையாக உள்ள சிறிய துணைதள்ளும் அமைப்புகள் (Auxiliary pushers) எரிபொருளைப் பின்புறமாக நகர்த்துவதற்குத் துணைபுரிகின்றன. மேலும் தொட்டி நிறைந்தவுடன் எரிபொருள் மேற்புறமாக நகர்த்தப்பட்டுக் காற்றைச் செலுத்தும் குழாய்கள் (Tuyeres), பக்கத்தீத்தட்டுகள் ஆகியவற்றின் மேலாக ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் பரவுகின்றன.

தொட்டியில் எரிபொருள் மேலெழும்போது மேற்புறமாக உள்ள எரியும் எரிபொருளிலிருந்து வரும் வெப்பத்திற்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றது. தொட்டியின் ஒவ்வொரு பக்கத்தின் மேலும் உள்ள காற்றைச் செலுத்தும் குழாய்கள் வழியாகவும் பக்கத் தீத்தட்டுகள் வழியாகவும் செலுத்தப்பெறும் காற்றுடன் எரிபொருளிலுள்ள எளிதில் ஆவியாகும் வாயுக்கள் ஆவியாகிக் கலக்கின்றன. ஒளிரும் பகுதி (Incandescent zone) வழியாக மேல்நோக்கிச் செல்லும்போது ஆவியாக்கப்பட்ட கலவை (Volatile mixture) எரிந்து எழும்பும் எரிபொருளில் தீப்பற்றுவதைத் தொடரவைக்கின்றது. உள்ளே வரும் மூலப்பொருளான நிலக்கரி (raw coal) எரிபொருள் படுகையில் (Fuel bed) தொடர்ந்து விசையுடன் வந்து எரிதலைத் தொடரவைக்கின்றது. படுகையானது பக்கமாகக் கொட்டும் தீத்தட்டுகளை (Side dumping grates) அடைவதற்கான காலத்திற்குள் எரிதல் முழுவதுமாக அடைகிறது. சாம்பல் ஆழமற்ற பள்ளங்களில் (Shallow pits) விட்டு விட்டு வெளியேற்றப்பட்டு அணைக்கப்பட்டு எரிபொருளூட்டும் கருவியின் முன் உள்ள கதவுகள் வழியாக நீக்கப்படுகின்றது.

தனித்த (அல்லது இரண்டு) தொட்டியைக் (Single and double retort) கொண்ட கிடைமட்ட வகையிலான எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் (Horizontal-type stokers) பொதுவாக நீர்க்குளிர்விப்புச் சுவர்களைக் (Water cooled walls) கொண்ட, 425000 பி.வெ. அ/சதுர அடி/மணி எரியும் வீதத்தைக் (Burning rates) கொண்ட உலைகளில், 1மணிக்கு 25000 முதல் 30000 பவுண்டுகள் வரை நீராவி வழங்குவதற்கு மட்டும் உள்ள எல்லையில் இயங்குகின்றன. உயர் வெப்பத்தை ஏற்கும் பொருளால் கட்டப்பட்ட சுவர்களைக் கொண்ட உலைகளில் (Refractory walled furnaces) உச்ச எரியவைக்கும் வீதம் 300000 பி.வெ.அ./சதுர அடி/மணி அளவிற்குக் குறைக்கப்படவேண்டும். பல தொட்டிகளையுடைய பின்பக்க - முடிவு - தூய்மைப்படுத்தும் வகையைச் (Multiple retort rear end-cleaning type) சார்ந்த அடுப்பில் ஒரு தொட்டியும் அதன் தீத்தட்டும் 20°லிருந்து 25° வரையில் சாய்வைக் (Inclination) கொண்டுள்ளன. ஒரு மணிக்கு 500000 பவுண்டு நீராவியை ஆக்கும் கொதிகலன் தொகுதிகளுக்கு இவ்வகையான் எரிபொருளூட்டும் கருவியினை வடிவமைக்கலாம். 600000 பி.வெ.அ./சதுர அடி/மணி அளவில் எரியவைக்கும் வீதங்கள் (Burning rates) செயல்முறையில் இயலத்தக்கவை.

நகர்ந்திடும் தீத்தட்டு எரிபொருளூட்டும் கருவிகளிலும் (Travelling-grate stokers), தனிப்பட்ட வகையைச்

சார்ந்த பிணைக்கப்பட்ட தீத்தட்டு எரிபொருளூட்டும் கருவியிலும் (Chain grate stoker), இணைப்புகள் (Links) தீத்தட்டுகள் அல்லது சாவிகள் (Keys) யாவும் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு முடிவற்ற பட்டை அமைப்புகளாக (Endless belt arrangements), கூட்டிணைப்பாய் அமைந்து உலையின் முன் பக்கமாகவும் பின்பக்கமாகவும் உள்ள ஸ்ப்ராக்கெட்டுகள் அல்லது திரும்பு வளைவுகளின் வழியாகச் செல்கின்றன. துள்ளும் அமைப்பிலிருந்து (Hopper) நகரும் கூட்டமைப்பிற்கு (Moving assembly) ஊட்டப்பட்ட நிலக்கரி எரிபொருள் படுகையினுடைய தடிப்பினைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காகச் சரிசெய்யும் தீத்தட்டு வழியாகச் சென்ற பின்னர் உலைக்குள் நுழைகின்றது. உலைக்குள் நுழையும்போது தீத்தட்டின் மீதுள்ள நிலக்கரி அடுக்கு உலை வாயுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் வீச்சினால் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு ஹைட்ரோ கார்பனும், ஆவியாதல் வழியாக வெளியேற்றப்பட்ட மற்ற எரியத்தக்க வாயுக்களும் சேர்ந்து தீப்பற்றுகின்றன. எரிதல் தொடரும்போது எரிபொருளானது படுகையின் வழியாக நகர்ந்து தொடர்ந்து எரிந்து அதனுடைய தடிப்பு படிப்படியாகக் குறைந்து மெலிகின்றது. தொலைவிலுள்ள முனைக்குச் சென்றவுடன் சாம்பல் பள்ளத்தில் (Ash pit) சாம்பல் வெளியேற்றப் படுகின்றது. பிணைக்கப்பட்ட மற்றும் நகர்ந்திடும் தீத்தட்டு எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் (Chain-and travelling-grate stokers), தூள் நிலக்கரி (Peat), பழுப்பு நிலக்கரி, துணை பிடுமினஸ் (Sub-bituminous), கட்டற்று எரியும் பிடுமினஸ் (Free burning bituminous), ஆந்திரசைட் (Anthracite), கோக்பிரீஸ் (Coke breeze) போன்ற பல வகையான எரிபொருள்களை எரியவைக்கும். 425,000 பி.வெ.அ./சதுர அடி/மணி அளவுடைய உச்ச நிலையில் தொடர்ந்து எரிய வைக்கும் வீதத்துடன் (Maximum continuous burning rate) உயர் ஈரம் (20%), உயர் சாம்பல் (20%) பிடுமினஸ் நிலக்கரிக்கும் 500,000 பி.வெ.அ/சதுர அடி/மணி எரியவைக்கும் வீதத்துடன் குறைந்த ஈரமும் (10%) குறைந்த சாம்பலும் (8% முதல் 12%) உடைய பிடுமினஸ் நிலக்கரிக்கும், இவ்வகையான எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆந்திரசைட் நிலக்கரிக்கான எரியும் வீதம் 350,000 பி.வெ.அ./சதுர அடி/மணி ஆகும்.

நூலோதி

Van Nostrand's Scientific Encyclopaedia Fifth Edition Edited by Douglas M. Considine Van Nostrand Reinhold Company - Year 1976. Pages: 386-393

அடுப்பு இட அமைப்புகள்

அடுப்பு இட அமைப்புகள் (Fire place furnishings) அடுப்பில் உள்ள எரிபொருளைப் பிடிப்பதற்காகவும் அல்லது தாங்குவதற்காகவும் வீட்டில் பயன்படுத்தும் சாதனமாகும். இவ்வமைப்புகள் எரிவிப்பினை நிலைத்து நிற்கச் செய்கின்றன, மேலும் எரியும் இடத்தையும் அதன் சுற்றுப்புறத்தையும் காக்கின்றன. பல வகையான அடுப்பு இட அமைப்புகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. அவை அடுப்பில் விறகுகளை ஏந்தி வைப்பதற்குரிய இரும்புச் சட்டங்கள் (andirons), தீத்தட்டு (Grate), அடுப்பின் பின் சுவரில் அணியப்படும் இரும்புத் தகடு (Fireback), அடுப்பங் கரைத்தட்டி (Chimney board), தீக்கங்கு வெளி வராமல் தடுக்கும் அணைகாப்பு (Fender), அடுப்படி இரும்புக் கருவிகள் (Fire irons), நிலக்கரிக்கூடை (Coal scuttle), தீயின் வெப்பத்தைத் தடுக்கும் திரை (Fire screen), விளக்கு அணைப்புக் கட்டுப்பாட்டின் போது தீயினை மறைப்பதற்கான அமைப்பு (Curfew) ஆகும்.

நூலோதி

The New Encyclopaedia Britannica Micropaedia Vol. IV-15th Edition-Year 1982-Page: 151.

அடைக்கலாங் குருவி

இது 'ஊர்க்குருவி' என்றும் 'சிட்டுக்குருவி' எனவும் வழங்கப்படுகிறது. மனிதர் வாழும் வீடுகளில் ஆங்காங்கு கூடுகட்டி வாழ்வதால் மனைக்குருவி (House sparrow) என்றும் அழைக்கப்படும். இதன் உயிரியல் பெயர் பேஸ்ஸர் டொமெஸ்டிகஸ் (Passer domesticus) என்பது; இந்தியாவில் எல்லா இடங்களிலும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது; வீட்டுக் கூரைகளிலும் சுவர்களின் பொந்துகளிலும் கூடுகட்டுகிறது. சாம்பல் நிற இறகுகள் கொண்டது; உருவம் மிகச் சிறியது. மனிதர் வாழும் இடங்களில் காணப்படும். தானியங்கள், புல்பூண்டுகள், விதைகள் போன்றவற்றையும் உண்பதுண்டு. காதலூடாட்டத்தின்போது (Courtship) ஆண் பறவை பலவித ஒலியுண்டாக்குவதும் பாடுவதும் உண்டு.

அடைக்கலாங் குருவி (பேஸ்ஸர் டொமெஸ்டிகஸ்)

வருடத்தின் எலலாப் பருவங்களிலும் இப்பறவை இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. புற்கள், வைக்கோல், உதிர்ந்த இறகுகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு கட்டிடங்களின் பொந்துகளில் கூடு அமைக்கப்படுகிறது. இது பொதுவாக நான்கு அல்லது ஐந்து சாம்பல் நிற முட்டைகளை இடுகின்றது.

நூலோதி

1. **G.M. Henry** '*A guide to the Birds of Ceylon*' Oxford University Press, London. 1971.
2. **Salim Ali & Dillon Ripely** '*Handbook of the Birds of India and Pakistan*, Oxford University Press, Delhi, (1981).

அடைகாக்கும் கருவி

அடைக்காக்கும் கருவி (Incubator) பழக்கத்தில் வரு முன் நாட்டு அடைகாக்கும் கோழிகளின் உதவியால் 12 முட்டைகள் வரை அடைகாக்கப்பட்டன. பெரிய அளவில் வாணிப நோக்கில் கோழிக் குஞ்சுகளை உற்பத்தி செய்யச் செயற்கை முறையில் குஞ்சு பொரிக்கத் தக்க வகையில் அடைகாக்கும் கருவிகள் தற்போது நாட்டில் கிடைக்கின்றன. அடைகாக்கப்படும் முட்டைகளிலிருந்து அதிகக் குஞ்சுகளைப் பெற, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட உயிரினக் கோழிகளின் தரமான முட்டைகளைப் பக்குவமாகச் சேகரித்து நல்ல தரமான அடைகாக்கும் கருவியைப் பயன்படுத்த வேண்டும். அடைகாக்கும் கருவியில் சரியான வெப்பம், காற்றோட்டம், ஈரப்பதம் ஆகியவை இருந்தால் நல்ல பலன் கிடைக்கும். இயற்கையான குஞ்சுகள் பொரிப்பது போல் இம்முறையிலும் 21 நாட்கள் ஆகும்.

அடைகாக்கும் கருவிகளின் வகைகள் (Types of Incubators)

அடைகாக்கும் கருவிகளில் இருவகை உண்டு. ஒன்று சூடான காற்றால் இயங்கும் சமதள அடைகாக்கும் கருவி. இக்கருவியின் உதவியால் சிறிய அளவில் 50 முதல் 500 முட்டைகள் வரை அடைகாக்கலாம். இக்கருவியில் ஓர் அடுக்கில் முட்டைகள் படுக்கை வசத்தில் வரிசையாக வைக்கப்படும். இவ்வகை அடைகாக்கும் கருவிக்கு வெளியிலிருந்து வெப்பம் உற்பத்தி செய்து கருவியின் உட்புறம் செலுத்தி முட்டைகளின் மேற்புறத்தில் படும்படி செய்யப்படும். உட்புறம் சென்ற வெப்பக்காற்று கருவியின் கீழ்ப்புறம் அமைந்துள்ள துளைவழி வெளியேறுகின்றது. இக் கருவியினுள் முட்டைத் தட்டிற்கு மேல் அமைந்துள்ள துளைவழி வெளியேறுகின்றது. இக்கருவியினுள் முட்டைத் தட்டிற்கு மேல் அமைந்துள்ள வெப்பமானி, வெப்பத்தை நிலைப்படுத்தும் கருவியின் வெப்ப தட்ப நிலையைச் சீராக வைத்திருக்க உதவுகிறது. முட்டைகளைக் கையால் திருப்பி வைக்க வேண்டும்.

இரண்டாவது வகையான காபினெட் வகை அடைகாக்கும் கருவியில் முட்டையின் அகன்ற முனை மேல் நோக்கியும், கூரிய முனை கீழ்நோக்கியும், வரிசை வரிசையாக முட்டைகள் அடுக்கி வைக்கப்படும். ஒரு தட்டில் ஓர் அடுக்கு முட்டைகள் தான் வைக்கப்படும். இவ்வாறு செய்வதால் எல்லா முட்டைகளின் மீதும் வெப்பக்காற்று பட வாய்ப்பு உள்ளது. முட்டைகள் வைக்கப்பட்டுள்ள தட்டுகள் ஒவ்வொரு பக்கமும் 45 டிகிரிகள் சாய்வாகத் திருப்பப்பட்டு முட்டைகளின் இரு புறமும் வெப்பக்காற்று படும்படி முட்டைகள் திருப்பப் படுகின்றன. உட்புறக்காற்றோட்ட வசதி காற்றாடிகளின் உதவியால் செய்யப்படுகின்றது. இவ்வகைக் கருவியில் பல அடுக்குகளில் முட்டைகள் வைக்கப்படுவதால் பல ஆயிரம் முட்டைகள் வரை அடைகாக்கலாம். இடவசதி குறைவாக இருந்தாலும் போதும். அடைகாக்கப்பட வேண்டிய முட்டைகள் முதலில் ஒரு பகுதியில் வைக்கப்பட்டு, 18-வது நாள் முட்டைகள் அனைத்தும் மின் ஒளி விளக்கில் சோதிக்கப்பட்டுக் கருத்தரிக்காத முட்டைகளையும் உயிரற்ற கருவுள்ள முட்டைகளையும் நீக்கிவிட்டு நல்ல முட்டைகள் குஞ்சு பொரிக்கும் பகுதிக்கு மாற்றப்படவேண்டும்.

தேவையான அளவு வெப்பதட்ப நிலையில் இருப்பதற்கேற்ற வகையில் தானாகவே இயங்கும் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சரியான இடத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள துளைகள் மூலம் காற்று உள்ளே சென்று முட்டைகளை அடையும்பொழுது தகுந்த வெப்பத்தை அடைகின்றன. தண்ணீரை ஆவியாக்கி ஈரப்பதத்தைச் சரியான அளவில் கருவியினுள் வைக்கவேண்டும். அடைகாக்கும் கருவிகள் வைக்கப்படும் அறை நல்ல வெளிச்சத்துடனும், தகுந்த அளவு இடவசதியுடனும், வெப்ப தட்ப மாற்றங்கள் அதிகம் ஏற்படா வண்ணமும் இருக்க வேண்டும்.

அடைகாக்கும் கருவியைக் குஞ்சு பொரிக்கும் சமயத்திற்கு முன் முட்டைகள், குஞ்சுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் தட்டுகள், மற்ற கருவிகளை 4 விழுக்காடு வெதுவெதுப்பான சலவை சோடா கரைசலின் உதவியால் கழுவிச் சுத்தப்படுத்த வேண்டும். இதே போன்று முட்டைகளையும் குஞ்சுகளையும் எடுத்துக் கொண்டு செல்லும் துணைக் கருவிகளையும் தகுந்த இடைவெளிகளில் சுத்தம் செய்ய வேண்டும். அடைகாக்கும் கருவியினுள் நுண்ணுயிர்கள் இருந்தால் பொறிக்கப்படும் குஞ்சுகள் நோயால் பாதிக்கப்படும். ஆகவே நுண்ணுயிர்களை அழிக்க வேதியியல் கலவைப் புகையினைப் பயன்படுத்த வேண்டும். பொதுவாக 100 கன அடி அடைகாக்கும் கருவியின் உள் அளவிற்கு ஃபார்மலின் 120 மில்லி லிட்டரும், பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் 60 கிராம்களும் கலந்து அடைகாக்கும் கருவிக்குள்

காற்றுப்புகும் துளையினருகில் வைக்க வேண்டும். இந்த இரண்டு வேதியியல் பொருள்களும் இணைந்து வேதிய மாற்றமடைந்து பார்மால் டிஹைடு வாயு (Formaldehyde fumes) அடர்ந்த புகையாக வெளிவருகின்றது. இப்புகை உயிரிகளைக் கொல்லும் நச்சுத் தன்மை பெற்றது. அடைகாக்கும் கருவியில் நுண்ணுயிர்கள் இருக்கும் சாத்தியக் கூறுகள் தென்பட்டால் மேற்கூறப் பட்ட வேதியக் கலவையினை இரண்டு, மூன்று பங்குகள் அதிகப்படுத்திப் பயன்படுத்துவது நல்லது. இப்புகை கையாளுபவரின் கண், மூக்கு ஆகிய அவயவங்களில் எரிச்சலை உண்டு பண்ணுவதால் இதைக் கவனமாகக் கையாளுவது அவசியம்.

அடைகாக்கும் கருவியின் ஆய்வகம்

அடைகாக்கும் கருவி புதியதோ, பழையதோ, பயன் படுத்துவதற்கு முன்பு அதைச் சோதனை ஓட்டம் செய்து பார்ப்பது நல்லது. வெப்பம் சரியான அளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றதா என்று அறிய வெப்பமானியையும் வெப்பத்தை நிலைப்படுத்தும் கருவியையும் (Thermometer and Thermostats) சோதிக்க வேண்டும். குறைந் தது 24 மணி நேரமாவது 100° பாரன்ஹீட் வெப்ப அளவில் கருவியினை இயக்கிக் கருவிகள் நல்ல விதமாக வேலை செய்கின்றனவா என ஆய்தல் வேண்டும். அடைகாக்கும் கருவி சமதளத்தில் இருக்கும்படி சரி செய்யப்படல் வேண்டும்.

அடைகாக்கும் கருவிக்குள் முட்டைகளை வைக்கும் முறை

முட்டைகளை அடைகாக்கும் கருவியின் வகையைப் பொறுத்துப் படுக்கை வசத்தில் அல்லது முட்டை யின் அகன்ற பகுதி மேல்நோக்கியும், கூரான பகுதி கீழ் நோக்கியும் வைக்கப்படல் வேண்டும். முட்டைகளை வரிசை வரிசையாக வைக்க வேண்டும். ஒரே அடுக் காக மட்டும்தான் வைக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் வெப்பக்காற்று சீராக எல்லா முட்டை களின் மீதும் பட வசதியாக இருக்கும். முட்டைகளை வைத்ததும் கருவி ஒழுங்காக வேலை செய்கிறதா என்று 12 மணி நேரம் கண்காணிக்க வேண்டும்.

வெப்பத்தைச் சீர்படுத்தல்

பொதுவாகக் கோழியின் உடல் வெப்பம் சாதாரண நிலையில் 105° பாரன்ஹீட்டிலிருந்து 107 டிகிரி வரை இருக்கும். அடைகாக்கப்படும் முட்டைகளின் உள் வெப்பம் 100 டிகிரி பாரன்ஹீட். ஆக இருக்கும். இதே அளவு 100 டிகிரி பாரன்ஹீட் வெப்பம் அடைகாக்கும் கருவிக்கும் பொருந்தும். வெப்பத்தின் அளவு வாத்து, காடை, வான்கோழி, கிளி, கோழி போன்ற மற்ற இனப் பறவைகளுக்கு வேறுபடும். அடைகாக்கப்பட வேண்டிய நாட்களும் மாறுபடும்.

ஈரப்பதம்

அடைகாக்கும் கருவியினுள் போதிய அளவு ஈரப்பதம் இருத்தல் வேண்டும். இல்லாவிடில் முட்டையிலுள்ள கரு காய்ந்து முட்டை ஓட்டுடன் ஒட்டிக் கொள்ளும். ஆகவே முதல் 18 நாட்கள் வரை 65 சதவீதம் ஈரப்பதம் இருக்க வேண்டும். மீதமுள்ள மூன்று நாட் களுக்கு 75 சதவீத ஈரப்பதம் இருக்க வேண்டும்.

காற்றோட்டம்

போதிய அளவு காற்றோட்டம் இருந்தால்தான் கரு வளரும்பொழுது வெளியாகும் கெட்ட வாயு கருவி யினுள்ளிருந்து வெளிப்பட முடியும். 24 மணி நேரத் திற்குள் 6 இலிருந்து 8 தடவைகளாவது முட்டைகள் திருப்பப்படல் வேண்டும்.

முட்டைகளை ஆய்தல்

கருவளர்ச்சி அடைந்த முட்டைகளை 18-ஆவது நாள் மின்விளக்கு ஒளியில் சோதித்து கருத்தரிக்காத முட்டைகளையும், உயிரற்ற கருவுள்ள முட்டைகளை யும் கருவியினின்று அகற்றிவிடல் வேண்டும். வாணிப நோக்கில் தனியார் மற்றும் அரசு சார்பில் நடைபெற்று வரும் குஞ்சு பொரிவகங்களில் (Hatcheries) இம்முறை கடைபிடிக்கப்படுவது இல்லை.

அடைகாக்கும் கருவியின் பயன்கள்

இவை கோழி, வாத்து, ஜப்பானிய காடை (Japanese quails), வான் கோழி, கினிக் கோழி போன்ற பறவை களின் முட்டைகளை அடைகாத்துக் குஞ்சுகள் பொரிப் பதற்குப் பயன்படுகின்றன. முட்டைக் கருவினை அடிப் படையாகக் கொண்டு நடைபெறும் பலவகையான ஆய்வுகளுக்கும், நோய் கண்டுபிடிப்பு, தடுப்பு மருந்து கள் தயார் செய்யவும் அடைகாக்கும் கருவிகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

வெ. இரா.

நூலோதி

1. **Naidu, P.M.N.**, *'Poultry Keeping in India'*, Indian Council of Agricultural Research, First Edition 1959.

2. *Indian Council of Agricultural Research, Hand-Book of Animal Husbandry'* ICAR, Revised Edition, October 1977.

3. **Banerjee G.C.**, *'A Text Book of Animal Husbandry'* Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, Fifth Edition. 1982.

அடைத்த பாய்வு

ஒரு பரப்பில் நிகழும் பாய்வு அதைவிடக் குறுகிய பரப்பின் வழியாகச் செல்லும்போது அழுத்தம் குறைந்து விரைவு (Velocity) அதிகரிக்கும். இத்தகைய பாய்வு நெரித்த பாய்வு அல்லது அடைத்த பாய்வு (Throttled flow) எனப்படும். அழுத்தம் குறையும்போது அதனால் ஏற்படும் கூடுதல் விரைவின் இயக்க ஆற்றல் (Kinetic energy) முழுதும் வெப்ப ஆற்றலாக மாறிக் கொந்தளிப்புச் சுழிப்பில் (Turbulent eddying) வீணாகும். இதனால் அந்த இயக்க அமைப்பின் தொகு ஆற்றல் (Net energy) குறையும்.

ஒரு வளிமத்தை (Gas) ஒரு கோள வழியிதழால் (Valve) நெரிக்கும்போது வழியிதழுக்கப்பால் சிறிது தொலைவில் உள்ள பாய்வின் விரைவு பெரும்பாலும் சற்று மட்டுமே உயர்கிறது. இந்த நிகழ்வில் வெப்ப அடக்கம் (Enthalpy) அவ்வளவாக மாறுவதில்லை. நெரிப்பு வழியிதழைப் பயன்படுத்தி ஒரு பாய்வில் இயக்க ஆற்றல் இழப்பை ஏற்படுத்துவதால் பாய்வின் அளவைக் (Amount of flow) கட்டுப்படுத்தலாம். காண்க, சம இயல்பாற்றல் நிகழ்வு (Isentropic process).

நுனிக்குழல் (Nozzle) போன்ற குறுகிய வெட்டுமுகத்தில் ஒரு வளிமம் பாயும்போது ஒரு தனி நெரிப்பு விளைவு ஒலியின் விரைவில் (Sonic velocity) ஏற்படுகின்றது. இது நேரும்போது கீழ்ப்பக்கப் பாய்வில் அழுத்தம் குறைந்தாலும் மேல்பக்கப் பாய்வு நிலைமைகள் மாறுவதில்லை; பாய்வும் நிலையாக மாறாமல் அமையும்.

நூலோதி:

1. **McGraw-Hill** *Encyclopaedia of Science & Technology*, McGraw-Hill Book Company, New york, 1977.

2. *Handbook of Applied Hydraulics,* Third Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1970

அடைப்பான்

அடைப்பான் (Anthrax) என்பது மிகவும் தீவிரமாகக் கால்நடைகளைப் பாதிக்கக் கூடிய பேசில்லஸ் என்னும் நுண்ணுயிர்களால் உண்டாக்கப்படும் நச்சு நோயாகும். இந்நோயால் முக்கியமாகப் பாதிக்கப்படுபவை மாடுகள், ஆடுகள், பன்றிகள், குதிரைகள் ஆகும். மனிதர்களும் பாதிக்கப்படுகின்றனர். இறைச்சி உண்ணும் விலங்குகள் (Carnivores) ஓரளவு இந்நோயைத் தாங்கும் ஆற்றல் படைத்திருக்கின்றன. பறவை இனங்கள் மிகவும் அரிதாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. இந்த நோயின் முக்கிய அறிகுறியாவது திடீர் இறப்பும், அதன்பின் இறந்த சடலத்திலிருந்து கருஞ்சிவப்பான உறையாத இரத்தம் வாய், மூக்கு, குதம் போன்ற பாகங்கள் வழியாக வடியும் தன்மையுமாகும்.

நோய் பரவல்

இந்நோய் உலக முழுவதும் காணப்படுகின்றது. எனினும் மித வெப்ப மண்டல நாடுகளைவிட வெப்ப மண்டல நாடுகளில்தான் அதிகப் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகிறது. குளிர்ப்பிரதேசங்களில் இந்நோயின் நுண்ணுயிர்க் கருக்கள் அவ்வளவு விரைவில் உண்டாகாமல் இருப்பது ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். வெப்பப் பிரதேசங்களில் கரீபியன் தீவுகளில் இந்நோய் அறவே இல்லை. அதற்குக் காரணம் நோய் வராமல் தடுக்கக் கூடிய நல்ல நோய்த்தடைக் காப்பு முகாம் வசதிகள் இருப்பதுதான். சில தேசங்களில் இந்நோய் சில பருவ காலங்களில் தட்பவெப்ப நிலைக்கு ஏற்பத் தாக்குகின்றது.

நோயின் மூல காரணம்

பாஸில்லஸ் ஆன்திரஸில் என்னும் சிறிய குச்சி போன்ற நுண்ணுயிர்களால் இந்நோய் உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்நுண்ணுயிர்களால் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட உயிரினத்தின் இரத்தத்தில் இவை நிறையக் காணப்படுவதை நுண்ணோக்கி மூலம் எளிதில் கண்டறியலாம். இத்தகைய நுண்ணுயிர்கள் உயிரினங்களின் உடலிலிருந்து இரத்தம் வெளியேறியதும் காற்றுப்பட்டவுடன் நுண்கருக்களாக (Spores) மாறிவிடுகின்றன. நுண் கருக்கள் வெளி தட்பவெப்ப நிலைகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆகவே அவை அநேக ஆண்டுகள் இந்நோயைப் பரப்பக் காரணமாக இருக்கின்றன. ஆகையால் இந்நோயினால் தாக்குண்டு இறந்த உயிரினங்களை அறுக்காமல் ஆழமாகக் குழி தோண்டிப் புதைத்துவிட வேண்டும் அல்லது இறந்த இடத்திலேயே கூடுமானவரை அவற்றை எரித்துவிட வேண்டும்.

இந்த நுண்ணுயிர்கள் விலங்குகளின் இரத்தத்தில் ஒருவித நச்சுப்பொருளை உண்டாக்குகின்றன. அந்த நச்சு, தசைகளில் அழிவையும், வீக்கத்தையும் உண்டாக்கி அழற்சியின் மூலமாகவும், சிறுநீரக உறுப்புகள் செயலிழப்பதாலும் இறப்பை உண்டாக்குகின்றது.

நோய் பரவும் விதம்

பொதுவாக விலங்குகள் தீனி மூலமாக நுண்கருக்கள் அல்லது வீரிய நுண்ணுயிர்களை விழுங்குவதனால் பாதிக்கப்படுகின்றன. குதிரைகள், நுண்ணுயிர்களைக் கொண்ட ஈக்கள் கடிப்பதனால் பாதிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக நோயினால் இறந்த நிலையில், இறந்த விலங்கினங்களிலிருந்து வெளிவந்த இரத்தத்தின் மூலம்

அது சிந்திய நிலம் முழுவதும் நுண்கருக்கள் பெருகிக் கருக்கள் அதிக நாட்கள் நோய் பரப்பும் தன்மை யுடையனவாக இருக்கின்றன.

நோய் தாக்குண்ட சடலம் வெப்பமடையாமல் ஆழ மாகப் பூமியில் புதைக்கப்பட்டால் அதன் இரத்தத்தி லுள்ள நுண்ணுயிர்க் கிருமிகளுக்கு வெளிக்காற்று கிடைப்பது தடைப்படுவதால் அவை நுண்கருக்களாக மாறும் வாய்ப்பில்லாமல் சீக்கிரம் அழிந்துவிடுகின்றன. நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட விலங்குகளின் இறைச்சி, அவற்றின் எலும்புத்தூள், தோல், உரோமம், கொம்பு கள், குளம்புகள் மூலமாக இந்நோய் வெகு தூரத்தி லுள்ள இடங்களுக்கும், அயல்நாடுகளுக்கும் பரவ வாய்ப்புண்டு. நாய்கள் போன்ற இறைச்சி உண்ணும் விலங்குகள், நோயினால் இறந்த சடலங்களை உண்ணும் வகையில் வேறு இடங்களில் நோய் பரவ வழி செய் கின்றன. மனிதர்களில் கம்பளி-உரோமத் தொழிற் சாலைகளில் வேலை செய்வோர் மூச்சுக் காற்றின் மூலம் உரோமங்களிலுள்ள நுண்கருக்களை உள்ளிழுத்து அடைப்பான் நோயினால் தாக்கப்படுகின்றனர். சில ருக்கு முகச்சவரம் செய்யும்பொழுது நுண்ணுயிர் நுண்மக் கருக்கள் மழித்தல்-மட்டையில் இருந்தால் முகத்தில் ஏற்படும் வெட்டுக்காயங்கள் மூலம்நோய்ப் பாதிப்பு ஏற்பட வழியுண்டு.

நோயின் அறிகுறிகள்

மாடுகளில் இந்நோய் அதிதீவிர வகை அல்லது தீவிர வகையைச் சேர்ந்ததாக இருக்கலாம். நோய் அடை காக்கும் காலம் (Incubation period) சாதாரண மாக ஒன்று முதல் இரண்டு வாரங்களாகும். அதிதீவிர வகை நோயில் எந்தவித அறிகுறியுமின்றி விலங்கு திடீ ரென்று இறந்துவிடும். அல்லது இரண்டு மணி நேரத் திற்குள்ளாகக் காய்ச்சல், தசை நடுக்கம் ஏற்பட்டுக் கீழே விழுந்து வலிப்புடன் இறந்துவிடும். இறந்தவுடன் மாட்டின் இயற்கைத் துவாரங்களின் மூலமாக இரத்தம் உறையாமல் வெளியேறும். தீவிர வகை நோய் அநேக மாக இரண்டு நாட்கள் வரை இருக்கும். மாடு மிகுந்த சோர்வுடன் அதிகக் காய்ச்சலும், சிவந்த சளிச்சவ் வும் கொண்டிருக்கும். சிலவற்றில் வயிற்றுப்போக்கு காணப்படும். சினைமாடுகளில் கன்று வீச்சும் (Abort), கழுத்து, வயிறு, தொடைகளுக்கு நடுவே உள்ள தோலுக்கடியில் நீர்க்கோவை (Oedema)யும் காணப் படும்.

பால் அநேகமாக இரத்தம் சேர்ந்ததாக இருக்கும். பொதுவாகப் பன்றிகளில் இந்நோய் இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்கள் வரை சாதாரணமாகப் பாதிப்பு ஏற்படுத்தும். தொண்டையில் . வீக்கம் காணப்படும். தொண்டைச் சுரப்பிகள் வீங்குவதால் சுவாசிக்கச் சிரமப்படும். சளிச்சவ்வுகள் சிவப்பாக மாறும். தோலின் மேல் இரத்தக் கசிவுகள் ஏற்படும். இரண்டு மூன்று நாட்களில் அல்லது சில சமயம் ஒரு வாரத்திற்குள் இறப்பு ஏற்படும். அதிதீவிர வகை நோய்ப் பாதிப்பு ஏற்படுகின்றது. மாடுகளில் போன்று இவற்றில் அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன.

குதிரைகளில் இந்நோய் தீவிர வகையைச் சேர்ந்த தாக இருக்கின்றது. இது தொண்டை, கழுத்து, வயிறு ஆகிய இடங்களில் தோலுக்கடியில் வீக்கம் ஏற்படுத்துகின்றது. தொண்டை வீக்கத்தினால் மூச்சு விடுவதில் சிரமம் ஏற்படுகின்றது. பொதுவாக மூன்று அல்லது நான்கு நாட்களில் குதிரை இறந்து விடுகிறது.

பிண ஆய்வு

இந்நோய்க் கிருமியானது காற்று பட்டவுடன் நுண்ணுயிர்க் கருவாக மாறி வெகு நாட்கள் நோயைப் பரப்பும் ஆற்றல் கொண்டதாக இருப்பதால் இறந்த விலங்கினங்களை அறுப்பதை அனுமதிக்கக் கூடாது. அடைப்பான் தாக்கியது என்று சந்தேகப்பட்டு இறந்த விலங்கின் மேலோட்டமான இரத்தக் குழாயிலிருந்து சில துளி இரத்தத்தை ஒரு துணியில் ஊறவைத்து, காற்றில் உலர்த்தி, காற்றுப் புகாத குப்பியில் அடைத்து அதனுடன் கண்ணாடித் தகடுகளில் இரத்தந்தைத் தேய்த்துப் பரிசோதனைச் சாலைக்கு அனுப்பினால் போதும். பொதுவாகப் பிணவிறைப்பு இருக்காது. தவிரக் கறுப்பு இரத்தம் இயற்கைத் துவாரங்கள் வழியே வழிந்து கொண்டேயிருக்கும். மண்ணீரல் மிகவும் வீக்கமாகவும், கருப்பான இரத்தம் அதிகம் தேங்கியதாகவும் காணப்படும். சளிச் சவ்வுகளிலும், இதய மேலுறையிலும் இரத்தக் கசிவு காணப்படும்.

நோய் ஆய்வு

ஏற்கெனவே அடைப்பான் நோய் இருந்த இடங்களில் திடீரென்று விலங்குகள் இறந்தால் அது அடைப்பான் நோய் காரணமாக இருக்கலாம் என்று சந்தேகப்பட லாம். இருப்பினும் வயிறு உப்புதல் நோய், கிளாஸ்டிரீ டியம் வகையைச் சார்ந்த நுண்ணுயிர்க் கிருமிகளால் உண்டாகும். நோய்களிலும் இம்மாதிரி சமயங்களில் பிணஆய்வு செய்வதா கூடாதா என்பதைத் தீர்மானிக்க அந்தப் பகுதியில் முன்னால் அடைப்பான் நோய்த் தாக்குதல் இருந்ததா என்னும் விவரத்தை அறிய வேண்டும். ஏனெனில் அடைப்பான் அநேகமாக எல்லாவித மிருகங்களையும் தாக்கக்கூடியது. பொது வாக விலங்குகள் இறந்தவுடன் இரத்தம் ஆய்வுக்காக எடுக்கப்பட்டால், ஆய்வுக் கூடத்திலேயே அடைப்பான் நோயால் இறந்திருந்த உடனே நுண்ணோக்கி மூலம் (Microscope) கண்டுபிடித்துவிடலாம். அஸ்கோலிஸ் ஆய்வு (Ascolis test) மூலம் அடைப்பான் நோயைக் கண்டுபிடித்துவிடலாம். மேலும் ஆய்வு விலங்கான சீமைப் பெருச்சாளியாயின் இறந்த விலங்கின் தோல் அல்லது இரத்தம் போன்றவற்றிலிருந்தும், நோய்ப் பாதிப்பு ஏற்படும் விதத்திலிருந்தும் கண்டறியலாம்.

சிகிச்சை

நுண்ணுயிர்க் கொல்லி மருந்துகள் ஐயமின்றிக் குண மளிக்கக் கூடியவையாக இருந்தும்கூட நோய் வெகு சீக்

கிரத்தில் விலங்குகளைப் பாதித்துவிடுவதால் பயனில்லாமல் போய்விடுகிறது. ஆக்ஸிடெட்ரா சைகிளின், ஸ்டெரெப்டோ மைசின் போன்றவற்றால் இந்நோய் கட்டுப்படுத்தப்படும்.

தடுப்பு முறை

நோயால் இறந்த சடலங்களை முற்றிலும் எரிப்பது அல்லது சுண்ணாம்பு இட்டு ஆழமாகப் புதைப்பது சிறந்த வழியாகும். சலவைச் சோடாத்தூள் கலந்த 10% நீர், ஆன்திராக்ஸ் நுண்ணுயிர்களையும், நுண்ணுயிர்க் கருக்களையும் அழிக்கக்கூடியது. நோய்க்கிருமி பரவியுள்ள இடங்களுக்கு விலங்குகள் 6 மாதங்களாவது செல்லாமல் இருக்கும்படி செய்வது நல்லது. நோய் வருமுன்னர் தடுப்பதற்காக நோய்த் தடுப்பு மருந்துகள் இருக்கின்றன. அவை சாதாரணமாக ஒரு வருடம் வரை நோய் வராமல் பாதுகாப்பு அளிக்கும். ஏதாவது ஓரிடத்தில் நோய்த்தாக்குதல் ஏற்பட்டால் பாதுகாப்பு குறைந்தது மூன்று வருடங்களாவது இருக்கும். அடைப்பான் நுண் கரு நோய்த் தடுப்பு ஊசி போட்டுப் பாதுகாக்கவேண்டும்.

ப.ம.

அடைபடாமையும் அடைபடுதலும்

சில கரிம வேதிப்பொருள்களில் ஓர் அணுவில், சிறப்பாகக் கார்பன் அணுவில்,எல்லா இணைதிறன் பிணைப்புகளும் (valence bonds) மற்ற அணுக்களுடன் இணைந்திருப்பதில்லை. பொதுவாக இவை தாம் இரட்டைப் பிணைப்புகளையோ (double bonds), மூவகைப் பிணைப்புகளையோ (triple bonds) உண்டாக்குகின்றன. இந்த மாதிரி கரிமச் சேர்மங்கள் அடைபடா சேர்ம வகையைச் (unsaturated compounds) சார்ந்தவையாகும். ஆனால் அடைபட்ட (saturated)கரிமச் சேர்மங்களில் உள்ள எல்லா அணுமுகப் பிணைப்புகளும் மற்ற அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை எல்லாம் அடை பட்ட ஹைட்ரோகார்பன்கள் (saturated hydrocarbons) அல்லது அல்க்கேன்கள் (alkanes) என்றும், மற்றவை அல்க்கீன்கள், அல்க்கைன்கள் அல்லது அடைபடா ஹைட்ரோ கார்பன்கள் (unsaturated hydrocarbons) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

அல்க்கேன்களின் பொது மூலக்கூறு வாய்பாடு C_nH_{2n+2}. அல்க்கீன்களின் பொது மூலக்கூறு வாய்பாடு C_nH_{2n}. அல்க்கைன்களின் பொது மூலக்கூறு வாய்பாடு C_nH_{2n-2}

அல்க்கீன்களும் (ஓலிஃபீன்கள்), அல்க்கைன்களும் (அசெட்டிலீன்கள்) அடைபடாத் தன்மை கொண்ட கரிமச் சேர்மங்கள். இவற்றில் அல்க்கேன் ஆவதற்கு வேண்டிய அய்ட்ரஜன் அணுக்கள் குறைவாக உள்ளன. அல்க்கீன்களில் கார்பன்-கார்பன் இரட்டைப் பிணைப்பு $(-C=C-)$ம் அல்க்கைன்களில் கார்பன்-கார்பன் $(-C\equiv C-)$ உள்ளன. இரட்டைப் பிணைப்புகள் அரோமாட்டிக் அல்லாத அலிவளையச் சேர்மங்களாக (alicyclic compounds) இருந்தால் அவை வளைய அல்க்கீன்கள் (cyclic alkenes) எனப்படும். இரட்டை, மூவிணைய இணைப்புகளைக் கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்கள் முறையே டையீன்கள் (dienes), டிரையீன்கள் (trienes) என்றும், இவை எல்லாம் கூட்டாகப் பாலியீன்கள் (polyenes) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

அல்க்கீன்களின் கூட்டு வினைகள் கரிம வேதியியலின் முழுமைக்கும் மிகவும் இன்றியமையாதவையாகும். இவை பல்லுறுப்பியாக்கல் வினைகளிலும் (polymerisation), வளையமாக்கல் வினைகளிலும் (cyclisation) ஈடுபடுகின்றன. மூவிணைப்புகளைக் கொண்ட கூட்டுப் பொருள்கள் பொதுவாக எத்திலீன் பிணைப்பு வினைகளை ஒத்திருந்தாலும், கூட்டு வினைகள் (addition reactions) வளையமில்லாப் பெறுதிகளையும் (non-cyclic derivatives), அரோமோட்டிக் அல்லது அலிவளையப் பெறுதிகளையும் கொடுக்கின்றன. இவற்றில் அசெட்டிலீனில் பல்லுறுப்பாக்கல் வினை கொடுக்கும் வளைய நால்படியும், வளைய ஆக்டாடெட்ராயீனும், (cyclooctatetraene) மிக இன்றியமையாதவை. அல்க்கேன்கள் அடைபட்ட அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள்; பல மூலக்கூறுகளை ஏற்றுக்கொள்கின்றன. இந்த வினைகளுக்குக் கூட்டு வினைகள் என்று பெயர். இந்த எல்லாக் கூட்டுவினைகளும் சில அடிப்படை விதிகளுக்கு உட்பட்டு இயங்குகின்றன. சில சூழ்நிலைகளில் இந்த விதிகளுக்கு முரண்பாடாகவும் கூட்டு வினைகள் நிகழும். இந்த விதிகளுக்கு உட்பட்டு விளங்கும் கூட்டு வினைகளையும் இந்த விதிகளுக்கு மாறாக இயங்கும் கூட்டு வினைகளையும், அந்தந்த மூலக்கூறுகளின் எலெக்ட்ரான் அமைப்புகளின் (electronic structure) அடிப்படையில் விளக்க இயலும். (காண்க: அல்க்கேன்; அல்கீன்; அல்க்கைன்)

நூலோதி

1. **Hawley, Gessner G.**, *The Condensed Chemical Dictionary*, Tenth Edition, Galgotia Book Source Publishers, New Delhi 1984,
2. **McGraw-Hill** *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, 1983.

அடை, மின்

அடை அல்லது எதிர்வினைப்பி (Choke or reactor) மிகச் சிறிய அளவிலிருந்து மிகப் பெரிய அளவு வரை மின்னியல் கருவிகளிலும் மின் துகளியல் (Electrical and Electronics) கருவிகளிலும் பயன்பட்டு வருகின்றது. செப்பு அல்லது அலுமினியக் காப்பிட்ட கம்பி அல்லது பட்டையை ஓர் உருளை வடிவில் சுற்றினால் ஏற்படும் அமைப்பே அடை ஆகும். இந்த அமைப்பே இயற்பியலில் மின்காந்தச்சுருட்டை(Solenoid) என வழங்குகிறது.

இந்த அமைப்பில் உள்ளகம் வெற்றிடமாகவோ அல்லது காந்தப் பொருள் (Magnetic material) கொண்டதாகவோ அமையலாம். முன்னதை உள்ளகம் அற்ற (Coreless) அடை என்றும், பின்னதை இரும்பு உள்ளக (Iron core) அடை என்றும் அழைப்பார்கள். பொதுவாக அடைகள் மின்னோட்டத்தில் வேலை செய்யும் போது சக்தியைத் தம்முள் ஏற்றுக்கொள்ளும் திறனுடையவை. அடை ஒரு தூண்டர் (Inductance) ஆனதால் இதன் திறன் ஹென்றி (Henry) என்ற அலகால் குறிப்பிடப்படுகின்றது. இரும்பு உள்ளக அடை காந்த நிறைச் செறிவு அடையக் கூடியதாகையால் இதன் தூண்டம் நிலையானதாக இல்லாது போகின்றது. அடையில் செல்லும் மின்னோட்டம், அதனால் ஏற்படும் காந்த உள்ளகச் சார்புப் புஊரமை (Relative permeability) ஆகியவற்றினால் அதன் தூண்டம் மாறுகின்றது. ஆகவே மாறுபடாத் தூண்டத் தேவையுடைய மின் சாதனங்களுக்கு உள்ளகம் அற்ற அடையைப் பயன்படுத்தலாம்.

அடையின் பயன்பாடுகள்: மின்திறன் அமைப்புகளில் (Power system) அடை பலவகைகளில் பயன்படுகின்றது. அவையாவன: (அ) மின்திறன் அமைப்புகளில் பிழை மின்னோட்டத்தைக் (Fault current) கட்டுப்படுத்தும் தொடர்நிலை எதிர்வினைப்பியாகப் (Series reactor) பயன்படுகின்றது. (ஆ) பிழை மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கக்கூடிய நடுநிலைத்தரையாகப் (Neutral ground reactor) பயன்படுகின்றது. (இ) உயர் அழுத்த மின் ஆற்றல் கம்பிகளில் ஏற்படும் மின்தேக்கத்திற்கு உரிய மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கும் இணைநிலை எதிர்வினைப்பியாகப் (Shunt reactor) பயன்படுகிறது.

மின்பிறை உலைகள், மின்வில் பற்றுவைப்பு, ஒளிருப் குழாய் விளக்குகள், ஆவி விளக்குகள் ஆகியவற்றில் தடைகளைச் சமநிலைப்படுத்தவும் பயன்படுகின்றது. மேலும் மாறு திசை மின்சாரத்திலிருந்து நேர்திசை மின்சாரம் கொடுக்கும் சாதனம், காந்த மிகைப்பி (Magnetic amplifier), மின்னோடிகளில் அவை சுற்றத் தொடங்கும்போது ஏற்படும் அதிக மின்னோட்டத்திற்குத் தடை செய்தல் ஆகியவற்றிற்கும் பயன்படுகின்றது.

மின் துகளியல் துறையில் பலவகைகளில் சிறிய அளவு அடைகள் பயன்படுகின்றன. காண்க, திறன் வழங்கல், மின்துகளியல்.

பி.மா.

நூலோதி

Fink and Beaty *"Standard Handbook for Electrical Engineers"*, Eleventh Edition, Mc Graw-Hill Book Company, 1978

அடையாள அச்சுப் பதித்தல்

கால்நடைகளுக்கு அடையாளமிடுதல் (Branding) கால்நடைக்குரியவர் மட்டுமின்றி மற்றோரும் அடையாளம் காணவும், அதன் மூலம் திருடு, இழப்புபோன்ற பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காணவும், சரியான பதிவேடுகளைப் பராமரிக்கவும் பெரிதும் உதவும். கால்நடைகளுக்கு இடுகின்ற அடையாளங்களுள் அடையாளச் சூடு போடும் முறையும் ஒன்றாகும்.

அடையாளச் சூடு போடுதல் என்பது உலோகத்தால் செய்யப்பட்ட எண், எழுத்து அல்லது ஓவியங்களின் முத்திரைகளைச் செஞ்சூடாக்கிக் கால்நடைகளின் தோலின் மேல் பதிக்கும் முறையாகும். இம்முறை மாடு, எருமை, ஒரு வருடத்துக்கு மேற்பட்ட கன்று, குதிரை, ஒட்டகம் போன்றவைகளில் அடையாளமிடப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெளி அங்காடிகளில் அடையாளச் சூடு போடுவதற்குத் தேவையான 1 முதல் 9ம், 0 எண்களும், A முதல் Z வரை உள்ள எழுத்துக்களும், தாமிரம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களில் செய்து அடையாளச் சூடச்சுகள் என்று கிடைக்கின்றன. தாமிரத்தால் செய்த அடையாளச் சூடச்சுகள் சூடாக்கிய பின் வெப்பத்தை அதிக நேரம் பெற்றிருப்பதுடன் இரும்பைப்போல் முடியுடன் ஒட்டா. ஆதலின் தாமிரத்தாலான அடையாளச் சூடச்சுகளே சிறந்தவையாகும்.

அடையாளச் சூடு போடும் முறை

அடையாளமிட வேண்டிய கால்நடைகளை முதலில் கீழே தள்ளிப் படுக்க வைத்துக் கால்களை நன்கு கட்ட வேண்டும். சிறிது தூரத்திலிருந்து பார்ப்பதற்கு வசதியாகப் பெரிய அடையாளச் சூடச்சுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து ஊதுலையிலிட்டோ, வறட்டி கொண்டோ செஞ்சூடாகும் நிலைக்குச் சூடாக்க வேண்டும். செஞ்சூட்டில் இருக்கும் அடையாளச் சூடச்சுகளை மாட்டின் தொடையின் மேலுள்ள தோலில் சிறிது அழுத்தத்துடன் மூன்று வினாடிக்கு மேற்படாமல் வைக்க வேண்டும். ஓர் எண்ணுக்கும் மற்றோர் எண்ணுக்கும் இடையில் குறைந்தது 2.5. செ.மீ. இடைவெளி இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இடைவெளி 2.5 செ.மீட்டருக்குக் குறைந்திருந்தால் தோல் கழன்றுவிடும். அடையாளச் சூடு போட்ட இடத்தில் கடுகு எண்ணெயும், சிங்க் ஆக்ஸைடுதூளும் கலந்த பசையைத் தடவுவது புண் குணமாக உதவும். பால் கறக்கும் பக்கமாகிய இடது பக்கத் தொடை மீது கால்நடைகளின் வரிசை எண்களும், வலதுபக்கத் தொடைமீது கால்நடைகளின் பிறந்த மாதம், வருடம் ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்ற எண்களும் பதிக்கப்படும். பொதுவாக அடையாளச் சூடிடுதல் பூச்சி தொல்லையற்ற வெயிற் காலங்களில் செய்யப்படும்.

அடையாளச் சூடச்சுகளைப் பதித்த இடங்களில் ஏற்பட்ட புண் குணமாகி வடு ஏற்படும். அவ்விடங்களில்

முடி முளைக்காததலின் அடையாள எண்கள் தெளிவாகத் தெரியும்.

அடையாளச் சூடுபோடும் முறையில் உள்ள குறைகள்:

1. சூடுபோட்ட புண்ணில் பூச்சிகள் முட்டையிடுமானால் அது புழுப்புண்ணாக (Maggot wound) மாறும் அபாயம் உள்ளது.
2. அடையாளச் சூடுபோட்ட கால்நடைகளின் தோல் மதிப்புக் குறைகின்றது.
3. கால்நடைகளைக் கீழே தள்ளும்போது எலும்பு முறிவு, மூட்டு (Joint) இடமாற்றம் போன்றவை நிகழலாம்.
3. அதிக நேரம் தேவைப்படுகின்றது.
4. அதிக ஆட்கள் தேவைப்படுவர்.

மேற்கண்ட குறைகளை நீக்கத் தற்போது குளிர் அடையாள அச்சுப் பதித்தல் (Cold Branding), உறை அடையாள அச்சுப் பதித்தல் (Freeze Branding) போன்ற முறைகள் உள்ளன.

க. இரா.

நூலோதி

Miller & Robertson, *Animal Husbandry*, Publication: Baily & Tindel Co, London.

அடையாள ஒளி வீசும் கருவி

அடையாள ஒளிவீசும் கருவியானது (Flare) கண் கூசுமாறு மிக்க ஒளியுடன் எரியும் கருவியாகும். இதனைக் கொண்டு அடையாளச் செய்தியினை அறிவிக்கவும், (Signalling) இரயில் வழிப்பாதையில் ஒளியூட்டவும், இராணுவ நடவடிக்கைகளில் ஒளியூட்டவும் செய்யலாம். வாண வேடிக்கைக் கலையில் (pyrotechnics) வண்ண ஒளி வருவதற்குக் காரணமான கலவையினை (Coloured fire composition) இச்சொற்றொடர் குறிக்கும். நீண்ட நேரம் எரிவதற்கும் மிகவும் நிலையாக எரியச் செய்வதற்கும், காகித உறையில் வைக்கப்படும் கலவையையும் இச்சொற்றொடர் குறிக்கும்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கம் முதற்கொண்டு உண்டாக்கப்பட்ட வாண வேடிக்கைக் கலையின் அடிப்படையில்தான் தற்காலத்திலுள்ள இவ்வொளி வீசும் கருவிகளும் அமைந்துள்ளன. 19 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில்தான் பொட்டாசியம் குளோரேட் முதன்முதலில் பயன்படுத்தப்பட்டுப் பலவிதக் கலவைகள் உருவாக்கப்பட்டு, அதன் வழியாக வண்ண ஒளி உருவாவதற்கு வழிவகுக்கப்பட்டது. இதற்கு முன்னதாகக் கந்தகம், வெடியுப்பு (Saltpetre) அரிதாரம் (Orpiment) இம்மூன்றும் கொண்ட கலவையில் நீலம் கலந்த வெள்ளை ஒளி (Bluish white light) மட்டும்தான் உண்டாக்கப்பட்டது. இந்த நீல ஒளிகள் அன்றும் இன்றும் கடலில் அடையாளச் செய்தியினைத் தெரிவிப்பதற்காகவும் ஒளியூட்டுவதற்காகவும் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை வங்காள விளக்குகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. வெடியுப்பிற்கு முதன்மையான மூல இருப்பிடமாக வங்காளம் இருப்பதால் இவற்றிற்கு இப்பெயர் வழங்கப்பட்டது.

கடலில் மிகத்தொலைவில் வண்ண ஒளிகளைக் கண்டு கொள்வது எளிதாக இருப்பதால் கடற்பயணத்துறையில் மிகப் பரந்த எல்லை உருவாவதற்கு இவ்வொளி வீசும் கருவிகள் வழிவகுத்தன. 19ஆம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி முதற்கொண்டு பெரும்பாலும் தானே தீப்பற்றும் (Self-ignition) வகையைச் சார்ந்த ஒளி வீசும் கருவிகளுக்கான காப்புரிமைகள் (Patents) பெறப்பட்டன. பிறகு இக்கருவிகளின் மேற்பரப்பில் நீர் புகாதவாறு செய்யப்பட்டது. இவ்வகையைச் சார்ந்த விளக்குகளில் வழக்கமாக மரக்கைப்பிடி பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

கப்பல்களிலுள்ள உயிர்காப்புப் படகுகளில் (Lifeboats) ஒளி மிக்க வண்ண ஒளிவீச்சுக் கருவிகள் (Coloured flares of high light intensity) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உயர்ந்த ஒளி மெக்னீசியம் அல்லது மெக்னீசியம் உலோகக் கூட்டினைக் கலவையில் சேர்த்தால் கிடைக்கின்றது. நெடுஞ்சாலையில் மோட்டார் ஓட்டிகளை எச்சரிக்கவும் இக்கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வியாபார நோக்குடைய நெடுஞ்சாலை வண்டிகளில் இவ்வடையாள ஒளிக்கருவிகள் கொண்டுசெல்லப்படுகின்றன. வண்டி விபத்தடைந்து அதில் உள்ளவர்கள் துயருற்ற போதும் (distress), வண்டி செல்லாமல் நிலைகுலைவு உண்டாகும் (break down) போதும் இவ்வடையாள ஒளிக்கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்டு மற்றவர்களை உதவிக்கு அழைக்கப் பயன்படும்.

நூலோதி

Encyclopaedia Britannica Micro, Vol, IV P. 173, 15th Edn, 1982.

அடைவுக்காலம்

அடைவுக்காலம் என்பது, முக்கியமாக, எளிதில் பரவக்கூடிய தொற்று நோய்களுக்குக் (Infectious diseases) கணிக்கப்பட்ட ஒரு கால அளவாகும்.

நுண்ணுயிர்களும், அதி நுண்ணுயிர்களும் உடலைத் தாக்கும்போது, உடலில் போதிய அளவு எதிர்ப்புச் சக்தி (Resistance) இல்லாவிடில் நோயினுடைய அறிகுறிகள் வெளியில் தோன்ற ஆரம்பிக்கின்றன.

நுண்ணுயிர்களும், அதி நுண்ணுயிர்களும் உடலின் உள்ளே நுழைந்த நோயின் காலத்திலிருந்து, நோயின் அறிகுறிகள் வெளித் தோன்ற ஆரம்பிக்கும் காலம் வரை உள்ள அந்த இடைக் காலத்தை ''அடைவுக் காலம்'' (Incubation period) என்று கூறுகிறோம்.

அடைவுக் காலத்தின் போது உடலில் நுண்ணுயிர்களும் அதி நுண்ணுயிர்களும் நுழைவதால் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டாலும் அவை வெளியே தோன்றுவதில்லை. காய்ச்சல், தலைவலி, உடல்வலி போன்ற அறிகுறிகள் எவையும் அடைவுக் காலத்தின் போது தோன்றா.

ஒவ்வொரு நோய்க்கும் அடைவுக் காலம் மாறுபடும். தொற்று நோயின் அடைவுக் காலத்தைத் தெரிந்து கொள்வதால், அந்த நோயால் தாக்கப்பட்டவரையும், நோய்த் தாக்கலுக்கு இலக்காகக் கூடியவரையும் (Exposure to the disease) சமூகத்திலிருந்து எத்தனை நாட்கள் பிரித்து வைக்க வேண்டும் (Quarantine or Isolation) என்பதை உறுதி செய்ய முடியும்.

எடுத்துக்காட்டாக, அம்மை நோய் ஒருவருக்குக் கண்டுள்ளது என்று தெரிந்து கொண்டபின், அவரை மற்றவர்களிடமிருந்து பிரித்து வைப்பதுடன், அவர் குடும்பத்தில் உள்ளவர்களையும் அம்மை நோயின் அடைவுக் காலமாகிய 10-15 நாட்கள் வரை சமூகத்துடன் தொடர்பு கொள்ளாதபடி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இதன் மூலம் அவர்களிடமிருந்து அம்மை நோய் பெருவாரியாகப் பிறருக்குப் பரவாமல் தடுக்க முடியும்.

கீழே தரப்பட்டுள்ள அட்டவணையின் மூலம் முக்கியமான நோய்களின் அடைவுக் காலத்தைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

அதி நுண்ணுயிர்கள் (Viruses)

அதி நுண்ணுயிர்கள் பெயர்	நோயின் பெயர்	அடைவுக் காலம்	தடுப்பு முறை
வைரஸ் 1.	தாடை அம்மை (Mumps) (பொன்னுக்கு வீங்கி)	12—18 நாட்கள்	உண்டு
,, 2.	சிறிய அம்மை (Chicken-pox)	3—17 நாட்கள்	இல்லை
,, 3.	பெரிய அம்மை (Small-pox)	7—16 ,,	உண்டு
,, 4.	மணல்வாரி அம்மை (Measles)	10 ,,	,,
,, 5.	ருபெல்லா (German-measles)	14—21 ,,	,,
,, 6.	காமாலை (Infective-Serum Hepatitis)	15—50 ,,	இல்லை
,, 7.	சாதாரண சளி (Common cold)	1—3 ,,	இல்லை
,, 8.	இன்ஃப்புளுயென்சா (Influenza)	1—4 ,,	உண்டு
,, 9.	இளம்பிள்ளை வாதம் (Poliomyletis)	7—12 ,,	உண்டு (சொட்டு மருந்து)
,, 10.	வெறிநாய்க்கடி நோய் (Rabies)	10 நாட்கள் முதல் பல மாதங்கள் வரை	இல்லை

நுண்ணுயிர்கள் (Bacteriae)

நுண்ணுயிர்களின் பெயர்கள்	நோயின் பெயர்	அடைவுக் காலம்	தடுப்பு முறை
1) சால்மனெல்லாடைபை, பேராடைபை (Salmonella typhi & paratyphi)	குடற் காய்ச்சல் (Typhoid & paratyphoid)	10-14 நாட்கள்	உண்டு
2) கார்னி பேக்டீரியம் டிப்தீரியா (Corny bacterium)	தொண்டை அடைப்பான் (Diphtheria)	2-4 நாட்கள்	உண்டு
3) பார்டட்டெல்லாபெர்ட்சிஸ் (Bordetella pertussis)	கக்குவான் (Whooping cough)	7-14 நாட்கள்	உண்டு

நுண்ணுயிர்கள் (Bacteriae)

நுண்ணுயிர்களின் பெயர்கள்	நோயின் பெயர்	அடைவுக் காலம்	தடுப்பு ஊசி
(1) ஈமோலிட்டிக் ஸ்டிரெப்டோ காக்கசு (Haemolytic strepto-coccus)	எரிசிபிலஸ் (Erysipelas)	சில மணி நேரம்	இல்லை
(2) ‘‘ ——Do—— ’’	செங்காய்ச்சல் (Scarlet fever)	2-4 நாட்கள்	இல்லை
(3) கிளாஸ்டிரீடியம் டெட்டனை (Clostridium tetani)	இசிவு (Tetanus)	4-21 நாட்கள்	உண்டு
(4) புருசெல்லா அபார்டஸ் (Brucella-abortus)	அலைவுக் காய்ச்சல் (Brucellosis)	5-21 நாட்கள்	இல்லை
(5) டிரிப்பநீமா பெல்லீடம் (Treponema-pallidum)	மேக நோய் (Syphilis)	10 நாள் முதல் 10 வாரம்	இல்லை
(6) நைசீரியா கொனோரியா (Neisseria-gonorrhoea)	வெட்டை நோய் (Gonorrhoea)	3-10 நாட்கள்	இல்லை
(7) ஷிஜெல்லா (Shigellae)	சீதபேதி (Bacillary dysentery)	7 நாட்கள்	இல்லை
(8) காலரா நுண்ணுயிர் (Vibrio cholera)	காலரா (Cholera)	2-5 நாட்கள்	உண்டு

ஒட்டுண்ணியின் பெயர்கள்	விளைவிக்கும் நோய்	அடைவுக் காலம்
1. அமீபா (Entamotba hystalytica)	அமீப சீதபேதி	4-5 நாட்கள்
2. குடல், வாய், இனஉறுப்பு கசை உயிரிகள் (Iintestinal, oral, genital flagellates)	குடல், வாய், இனஉறுப்பு அழற்சி, குடலில் அகத்து றிஞ்சலைக் குறைக்கும்	30 நிமிடம்
3. ஜியார்டியா (Giardia)	ஜியார்டியா சீதபேதி	30 நிமிடம்
4. டிரைக்கோமோனாஸ் வெஜைனாலிஸ் (Trichomonas vaginalis)	அல்குல் அழற்சி	30 நிமிடம்
5. டிரிப்பனசோமாகுரூசி (Tripanosoma cruzei)	கண்ணழற்சி, வாய், நுரையீரல் அழற்சி, ரெட்டி குலோஎன்டோ தீலியல் காற்றோட்டப் பாதிப்பு	7-14 நாட்கள்
6. லீஷ்மேனியா டோனாவனை (Leishmania donavani)	கருப்புக் காய்ச்சல் (காலா அசா.ர்)	3-6 மாதம்
7. மலேரியா ஒட்டுண்ணி (Plasmodium)	மலேரியா காய்ச்சல்	10-14 நாட்கள்
1) விவாக்ஸ் (Vivax)		
2) மலேரியா (Malaria)	மலேரியா காய்ச்சல்	18-42 நாட்கள்
3) ஃபால்சிபேரம் (Falciparum)	மலேரியா காய்ச்சல்	10-14 நாட்கள்
4) ஓவேல் (Ovale)	மலேரியா காய்ச்சல்	10-14 நாட்கள்
8. பி-கோலை (Balantidium coli)	பி-கோலை சீதபேதி	1-4 மணிகள்
9. நாடாப்புழு (Tape worm)		
1. பன்றியின் நாடாப்புழு (Pig tape-worm) (Taenia solium)	இரத்த சோகை	5-6 வாரம்
2) மாட்டு நாடாப்புழு (Taenia saginata)	இரத்த சோகை	2-3 மாதம்
3) நாய் நாடாப்புழு (Taneia echinococcus)	இரத்த சோகை	6-7 வாரம்
10. ஊசிப்புழு (Trichinelle spiralis or trichina)	குடல் அழற்சி	4-8 மணியில்
11. சாட்டைப்புழு (Trichuris trichura-whip worm)	குடல் அழற்சி	(வெப்ப நாடுகளில்) 6-12 மாதம் (மிதவெப்ப நாடுகளில்) 3-4 வாரம்
12. கொக்கிப்புழு (Ancylostom duodenale-hook worm	இரத்த சோகை, குடல் அழற்சி	2-4மாதம்
13. நூல்புழு (Enterobius vermicularis or thread worm, pinworm)	இரத்த சோகை, குடல் அழற்சி	2-4 வாரம் 60-75நாட்கள்
14. உருளைப்புழு (Ascaris lumbricois or round worm) (நாக்குப்பூச்சி)	குடல் அடைப்பு, குடல் அழற்சி	60-75நாட்கள்
15. ஃபைலேரியா ஒட்டுண்ணி (Wuchireia bancrafti microfilaria)	ஃபைலேரியா நோய்	1–1½ ஆண்டு
16. கினியாப்புழு (Dracunculus medinensis or guinea worm)	நரம்புச் சிலந்தி	6 மாதம்

த.சி.

நூலோதி:

1. K.D. Chatterjee, *Parasitology, Protozoology & Helminthology*, 12th Edition. Published 1980-Calcutta.
2. Gordan I, Vivian G. *Radio Labelled Leucocytes*, Archdis child 1984; 59:62-6.
3. Victor C. Vaughan, III M.D., R. James Mckey, Jr., M.D., Richard E. Behrman. M.D., Waldo E. Nelson, M.D., *Nelson Text book of Paediatrics* - 11th Edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London-Toronto. Igaku Shoin Ltd., Tokyo. 1979

அடோபிக் தோலழற்சி

அடோபிக் தோலழற்சி (Atopic dermatitis) நாள் பட்ட நமைச்சலுடன் கூடிய நோயாகும். இந்த நோயுள்ளவருக்கோ அல்லது அவர்களின் குடும்பத் தினருக்கோ ஆஸ்த்மா அல்லது மூக்கில் சீதப்படல அழற்சியோ, உணவுப்பாதை தொடர்பான நோயோ காணப்படுகிறது. அரோசகத்திற்கும், இந்த நோய்க்கும் உள்ள வேறுபாடு இதுவேயாகும். நமைச்சலுக்கும், நரம்பு மண்டலத்தின் செயலாற்றலுக்கும் தொடர்பு இருப்பதால் இதைத் 'தோலழற்சி' (Neuro-dermatitis) என்று கூறுவர்.

பரவியல்

பாரதத்தில் அடோபிக் தோலழற்சி ஆயிரத்தில் ஒருவருக்கு இருக்கலாம் என்று கணிக்கப்படுகிறது. இதில் 4.3 விழுக்காடு பிறப்பிலிருந்து ஏழு வயது வரை காணப்படுகின்றது. குழந்தைப் பருவத்திலேயே தோன்றினால் இந்த நோய் நாளாவட்டத்தில் குணமடையலாம்.

அறிகுறிகள்

நமைச்சல் இதன் முக்கிய அறிகுறியாகும். தடிப்புகள், தோல் உரிதல், மேலும் கசிவுடன் கூடிய சொறி இதனுடன் உண்டாகும்.

இரண்டு மாதத்திற்குத் மேற்பட்ட குழந்தைகளுக்கு தடித்த படைகளுடன் கொப்புளங்கள் தோன்றிக் கசிவு ஏற்பட்டுப் பின்பு பொருக்குத் தட்டும். முகம், தலை, கால்களின் முன் பக்கம், புறங்கையிலிருந்து முழங்கை வரை இந்த நோயின் படைகள் காணப்படும். நோய் தீவிரமானால், புட்டம், தொடைகள், ஆசனவாயின் சுற்றுப்புறம் ஆகிய இடங்களிலும் படைகள் தோன்றலாம்.

பிள்ளைப் பருவத்தில், குழந்தைப் பருவத்திலிருந்த நோயே மேலும் தொடரலாம் அல்லது முதன் முறையாகவும் தோன்றலாம். அதில் தடிப்புடன் கூடிய சிவந்த சிறுபடைகள் முழங்கை, முழங்கால் மடிப்புகளிலும், கழுத்தின் பின்புறமும் தோன்றும். பதினைந்து வயதிற்கு மேற்பட்ட நோயாளிகளுக்குத் தடித்த படைகள் தோன்றி மேல் தோல் உரியும். முகம், மார்பு, தலை ஆகிய இடங்களில் பொருக்குடன் கூடிய சிவப்பான தோலும், செம்படையும் காணப்படும்.

மேற்சொன்ன தோற்றங்களைத் தவிர, பொதுவாகத் தோல் வறண்டும், சொரசொரப்பாகவும் இருக்கும். ஏறக்குறைய 50% நோயாளிகளில் 'மீன்தோல்' (Iethyosis) காணப்படலாம். வெண்குட்டப் படைகள், புருவங்களில் மயிர் குறைதல், சிறு வயதிலேயே இரு கண்களிலும் புரை ஆகிய மாறுதல்கள் அடோபிக் தோலழற்சியுடன் சேர்ந்து காணப்படுகின்றன.

அடோபிக் தோலழற்சியில் தனிப்பட்ட மாறுதல்கள் உருப்பெருக்கியில் காணமுடியாவிடினும், சிறு தமனிகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் குறிப்பாகக் கண்டு சொல்லலாம்.

முன்பு கூறியபடி, அடோபிக் தோலழற்சி உடையவர் குடும்பத்தினருக்கு 'அரோசகம்', ஒவ்வாமை (Allergic) ஆகிய கோளாறுகள் இருக்கலாம். மேலும் இந்த நோயுற்றோருக்கு நோய் தடுக்கும் ஆற்றலில் (Immunity) மாறுதல்கள் காணப்படலாம். இவர்கள் இரத்தத்தில் 'IGE' என்னும் காப்பு மூலம் (Antibody) மிகையாகக் காணப்படும் 'ராஸ்ட்' (RAST-Radio allergo absorbent test) என்னும் சோதனை முறையால் மகரந்தம், மூட்டைப்பூச்சி, உண்ணி, பேன் வகைப் பூச்சிகள், சில உணவு வகைகள் ஆகியவற்றிற்கு எதிராக இந்த 'IGE' காப்புமூலம் உண்டாக்கப்படுவது தெரிகிறது.

சிகிச்சை

இந்த நோய்க்கு நோயாளியை மருத்துவமனையில் சேர்க்கத் தேவை இல்லை. படைகளில் சீழ்பிடித்தாலோ நோய் தீவிரமானாலோ மேற்கொண்டு நோய்க் கிருமிகளால், முக்கியமாக அதிநுண்ணுயிர்களால் தாக்கப்பட்டாலோ நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள் கொடுக்க வேண்டும்.

இந்த நோயுள்ளோருக்கு உணவினாலோ, புழுதியினாலோ சூழ்நிலையிலுள்ள பொருள்களினாலோ அரோசகம் ஏற்படுத்தும் ஒவ்வாத பொருளைக் கண்டுபிடிக்க முயல வேண்டும். அடோபிக் தோலழற்சி உள்ளோர் புழுதியில்லாத சூழ்நிலையில் இருக்க வேண்டும். சிலசமயம், சூழ்நிலையை மாற்றினால் பயன் கிட்டும். சீராக, ஒரே மாதிரியான வெப்ப நிலையுள்ள, ஈரப்பதம் (Humidity) குறைவான இடங்கள் இவர்களுக்கு ஏற்றவை. ஆறு வார காலம் இப்படிப்பட்ட இடங்களில் இருந்தால் ஓர் ஆண்டு நோயால் பாதிக்கப்படாமல் வேலையாற்றும் திறன் கூடுகிறது.

மருந்துகள்

இந்த நோயில் 'ஹிஸ்டமின்' (Histamine) எனும் பொருள் தோலழற்சியுடைய இடங்களில் வெளிப் படுவதால் நமைச்சல் உண்டாகிறது. ஹிஸ்டமின் எதிர்ப்பிகளைக் (Anti histamine) கொடுத்தால் நமைச் சல் குறைந்து நோயாளிக்குச் சிறிது ஆறுதல் கிடைக் கிறது. சொறிவதனால் நுண்ணுயிர்கள் தோலினுள் சென்று பரவலான அழற்சி ஏற்படலாம். இதற்கு நுண்ணுயிர்க்குத் தக்கவாறு நுண்ணுயிர் எதிர்ப் பிகளைக் கொடுக்க வேண்டும். பலமுறைகள் ஒரே மருந்தைக் கொடுத்தால், நுண்ணுயிர்கள் அந்த மருந் திற்கு ''எதிர்ப்பாற்றல்'' (Resistance) பெறுகின்றன. செபலோதின் (Cephalothin) என்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிக்கு இன்னும் எதிர்ப்பாற்றல் ஏற்படவில்லை. படைகளின் மேல் ''ஸ்டீராய்டுகள்'' (Steroids) கொண்ட களிம்புகளை உபயோகப் படுத்தினால் பலன் தெரிகிறது. தோல் உலராவண்ணம் யூரியா சேர்ந்த களிம்புகளை உபயோகப்படுத்தலாம். சவுக்காரம் (Alkali) இல்லாத சோப்புகளை இவர்கள் பயன்படுத்த வேண்டும்.

ஜி. ரா.

நூலோதி:

1. **Gigli I. Baer RL**, *Atopic Dermatitis*–pp 520-571-1982

   In: 'Dermatology in General Medicine'. McGraw-Hill Book Company-1979.

2. **Parish WE, Champian RH**: *Atopic Dermatitis*, pp 193–270, In 'Recent Advances in Dermatology, Churchill Livingstone 1973.

அண்டக் கதிர்கள்

1900ஆம் ஆண்டு சி. டி. ஆர். வில்சன் என்பார், மின் னேற்றம் கொடுக்கப்பட்ட தங்க இலை மின்காட்டி (Gold leaf electroscope), தக்க மின்காப்பீடு செய்யப் பட்டிருந்தும் மின் கசிவிற்கு உள்ளாகின்றது என்று கண்டறிந்தார். இதை விளக்கும் பொருட்டுத் தங்க இலை மின்காட்டியில் உள்ள காற்று வளிமத்தை அயனியாக்க வல்ல அயனிகள் அருகாமையில் இருக்க லாம் என்று கருதினார்.

சூரியன் தன்னைச் சுற்றியுள்ள அணுக்களைத் தனது வெப்பத்தால் அயனிகளாக்கி வெளியேற்றுவதால் இப்படி நிகழ்கின்றது என்று முதலில் நினைத்தார்கள். ஆனால் விக்டர் ஹெஸ் (V. Hess) என்ற அறிவியல் அறிஞர், 1921இல் பலூன்களுக்குள் ஆய்கருவிகளை வைத்துப் பறக்கவிட்டு ஆராய்ச்சி நடத்திச் சூரியன் மட்டும் அயனிக் கதிர்களுக்குக் காரணமாக இருக்க முடி யாது என்பதை நிறுவினார். அயனிக் கதிர்களின் செறிவு, உயரத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றது. மற்றும் அவை இரவு பகல் நேரங்களில் அதிக மாறுதலுக்கு உள் ளாவதில்லை என்பதிலிருந்தும், சாதாரண நாட்களி லும், சூரியன் மறைவுற்ற நாட்களிலும் செறிவில் அதிக மாறுபாடு இல்லை என்பதிலிருந்தும் இதை உறுதி செய்து கொள்ள முடியும்.

அயனிக் கதிர்கள் அண்ட வெளியில் உண்டாகும் ஒரு வகைக் கதிர்கள் என்று ஹெஸ் கருதினார். 1925ஆம் ஆண்டு மில்லிகன் (Millikan) என்ற அறிவிய லறிஞர் இக்கதிர்கள் அண்ட வெளியிலிருந்து வருவ தால் இவற்றிற்குக் காஸ்மிக் கதிர்கள் (Cosmic rays) எனப் பெயரிட்டார்.

முதன்மை, இரண்டாம் நிலைக் கதிர்கள் (Primary and secondary rays)

அண்டக் கதிர்கள் பேரண்ட வெளியில் உற்பத்தியாகி வளிமண்டலத்தை ஊடுருவிப் பூமியை வந்தடைகின்றன. வளி மண்டலத்தை ஊடுருவும்போது காற்று மூலக்கூறு களுடன் மோதிப் பல வகையான இடையீட்டு வினை களை ஏற்படுத்துகின்றன. அண்டக் கதிர்களின் ஆற்றல் மிக அதிகமாக இருப்பதால், இடையீட்டு வினையால் வெளிப்படும் துகள்களின் ஆற்றலும் ஓரளவு அதிக மாகவே இருக்கும். இவை இரண்டாம் நிலை அண்டக் கதிர்கள் என்றும், இவற்றிற்குக் காரணமான அண்டக் கதிர்களை முதன்மை அண்டக் கதிர் என்றும் கூறுகின் றார்கள். முதன்மை அண்டக் கதிர் பற்றிய ஆய்வுகள் பலூன் சோதனைகள் மூலமே செய்யப்படுகின்றன. ஏனெனில் வளி மண்டலத்தின் உயரத்தில் 1/10 பகுதியை ஊடுருவிச் செல்வதற்குள் தம் ஆற்றலை முழுவதும் அவை இழந்து விடுகின்றன. இரண்டாம் நிலை அண்டக் கதிர்களே பூமியின் பரப்பையும் கடல் மட்டங்களையும் எட்டுகின்றன.

அண்டவெளியில் ஹைட்ரஜன் அதிகமாக இருப்ப தால் முதன்மை அண்டக் கதிர்களின் பெரும் பகுதி புரோட்டான்களே. இவற்றுள் மெசான்களும், எலக்ட் ரான்களும் கூட இருப்பதுண்டு. இவற்றின் ஆற்றல் 10^9 மி.எ.வோ. வரை உள்ளது. முதன்மை அண்டக் கதிர்கள் காற்று மண்டல வளிமப் பொருள்களின் அணுக்களைப் பிளந்து பலவகைத் துகள்களை உண் டாக்குகின்றன. இரண்டாம் நிலை அண்டக் கதிர்கள் என்று அழைக்கப்படும் இக்கதிர்களை ஆராய்ந்த பலருள் இந்திய விஞ்ஞானி ஹோமி ஜெகாங்கீர் பாபாவும் ஒருவர். இரண்டாம் நிலைக் கதிர்கள் தூறல்களாகக் (Showers) காற்று மண்டலத்தில் பரவுகின்றன என்று இவர் விளக்கினார்.

அண்டக் கதிர்களில் மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்கள் பேரளவில் இருப்பதால், அவை புவிகாந்தப் புலத்தில் பாதிக்கப்படுகின்றன. இப்பாதிப்பை (1) நிலநடுக் கோட்டிற்கிணை கோட்டு விளைவு (Latitude or geomagnetic effect) (2) உயர விளைவு (Altitude effect)

(3) நிரை கோட்டு விளைவு (Longitude effect)

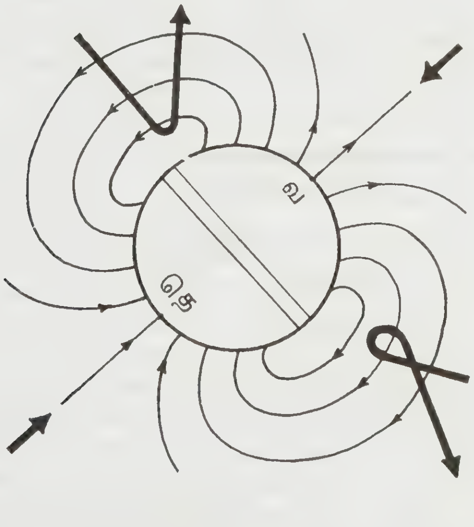
(4) கிழக்கு-மேற்குச் சீரின்மை (East-west asymmetry) போன்றவற்றால் விரிவாக ஆராய்கின்றார்கள்.

நில நடுக் கோட்டிற்கிணை கோட்டு விளைவு

கிளே (J. Clay), பொத்தி (W. Bothe), ஹோல் கார்ஸ்டர் (W. Kolhorster) போன்ற விஞ்ஞானிகள் நிலநடுக் கோட்டிற்கு அருகாமையில் உள்ள பகுதி களை விடப் பூமியின் வட தென் காந்த முனைப் பகுதி களில் அண்டக் கதிர்கள் அதிகமாய் வருகின்றன என்று கண்டறிந்தார்கள் (படம் 1). இதற்குப் புவிகாந்தப் புலம் காரணமாய் இருக்க வேண்டும் என்பதையும் இவர்கள் அறிவித்தார்கள். இதன்படி அண்டக் கதிர் களின் ஆற்றல் எவ்வளவாக இருப்பினும், அவை மிக எளிதாகப் பூமியின் வட தென் காந்த முனைப் பகுதி களை அடைந்துவிடுகின்றன. பிற பகுதிகளில், அப் பகுதியில் உள்ள புவிகாந்தப் புலத்தின் திசை, கதிரின் ஆற்றல் அல்லது உந்தம் இவற்றைப் பொறுத்தே அண்டக் கதிர்கள் எட்டுகின்றன. இதன்படி 10^{4} மி.எ.வோ. ஆற்றலுக்குக் குறைவான ஆற்றலுடைய அண்டக் கதிர்கள் நிலநடுக் கோட்டுப் பகுதியைச் சென்றடைய முடிவதில்லை எனலாம். வெல்லார்டா (M. S. Vellarta) என்பார் நிலநடுக் கோட்டிற்கு இணை கோட்டுப் பகுதியைக் குறிப்பிடக் கூடிய கோணத்திற்கும் (λ), அப்பகுதியை வந்தடையும் அண் டக் கதிர்களின் ஆற்றலின் தாழ்ந்த மதிப்பீட்டிற்கும் (E) இடையே ஒரு தொடர்பை நிறுவினார். இதன்படி,

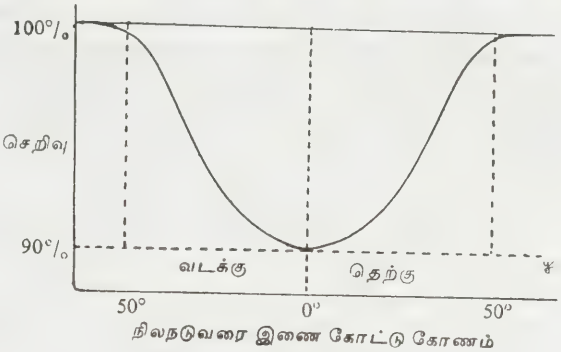
$$E = 19.2 \ Cos^{4}\lambda$$

ஆகும். இங்கு ஆற்றல் மி.எ.வோ. அலகில் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளது.



படம் 1

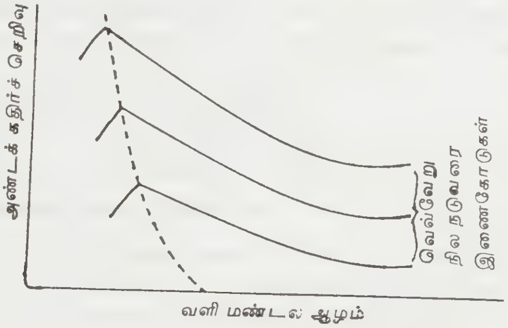
பல நில நடுக் கோட்டிற்கு இணை கோட்டுப் பகுதிகளில் அண்டக் கதிர்களின் செறிவை ஆராய்ந்து, கிளே என்பார் வட தென் முனைகளிலிருந்து, நில நடுக் கோட்டிற்கு இணைகோட்டுப் பகுதியின் கோணம் 30° வரை அதன் செறிவு மாறிலியாக இருக் கிறது என்றும் அதன் பின்னர் செறிவு குறைகின்றது என்றும் கண்டறிந்தார் (படம் 2).



படம் 2

உயர விளைவு

ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில், உயரம் செல்லச் செல்ல, அண்டக் கதிர்களின் செறிவு மிக விரைந்து அதிகரிக் கின்றது என்றும், வளி மண்டலத்தின் எல்லைப் பகுதி களில் குறைகின்றது என்றும், மில்லிகன் (R.A. Milliken) போன்ற ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டறிந் தார்கள் (படம் 3). இதை அண்டக் கதிர்களின் அயனி யாக்கத்திலிருந்து அறியலாம். அயனியாக்கத்திலிருந்து காணப்படும் இம்மாற்றம், முதன்மை அண்டக் கதிரி லிருந்து அயனியாக்கத் தன்மை அதிகம் கொண்டுள்ள இரண்டாம் நிலை அண்டக் கதிர்கள் வளிமண்டலத்தில் உற்பத்தியாகின்றன என்பதைத் தெரிவிக்கின்றது.



படம் 3

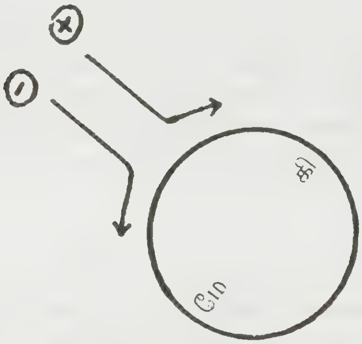
நிரை கோட்டு விளைவு

ஒரு குறிப்பிட்ட நிலநடு இணை கோட்டுப் பகுதி யில் நிரை கோட்டு விளைவை ஆராய்ந்து, மேற்குப் புற அரைக் கோளத்தைவிடக் கிழக்குப்புற அரைக் கோளத்தில் அதன் செறிவில் அதிகக் குறைவு காணப்

படுகின்றது. இது பூமியின் வடிவ அச்சிற்குப் புவிக் காந்தப்புலம் சீராக அமையவில்லை என்பதை எடுத்துக் காட்டுகிறது.

கிழக்கு-மேற்குச் சீரின்மை

கிழக்கு, மேற்குப் புறங்களிலிருந்து வரும் அண்டக் கதிர்களை ஆராய்ந்து பார்த்த பொழுது வேறு சில உண்மைகள் புலனாயின. நேர் மின்னூட்டமுடைய ஒரு துகள் செங்குத்தாகப் பூமியின் வட காந்த முனையை நோக்கி வரும்போது, கிழக்குப் புறமாகத் திருப்பப் படுகின்றது. அதனால் அது மேற்குப் புறத்திலிருந்து வருவதுபோலத் தோன்றும் (படம்-4).



படம் 4

அதே துகள் எதிர்மின்னூட்டமுடையதாக இருப்பின், அது மேற்குப் புறமாகத் திருப்பப்பட்டுக் கிழக்குப் புறத்திலிருந்து வருவது போலத் தோன்றும். ரோசி (Rossi) என்பார் மேற்குப் புறத்திலிருந்து வருவது போலத் தோன்றும் கதிர்களின் செறிவு, கிழக்குப் புறத்திலிருந்து வருவது போலத் தோன்றும் கதிர்களின் செறிவை விட அதிகமாக இருக்கின்றது என்றும், அதனால் அண்டக் கதிர்களில் கூடுதலான நேர்மின்னூட்டமுடைய துகள்கள் இருக்க வேண்டும் என்றும் ஆய்ந்துரைத்தார்.

முதன்மை அண்டக் கதிரில் புரோட்டான்கள் தவிர, ஹீலியம் அணுக்களும் உயர் அணுவெண் உடைய அணுக் கருக்களும் காணப்படுகின்றன என்பது 1948ஆம் ஆண்டில் கண்டறியப்பட்டது. முதன்மை அண்டக் கதிரில் காணப்படும் பல்வேறு அணுக்கருக்களும் அவற்றின் ஒப்பெண்ணிக்கையும் அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

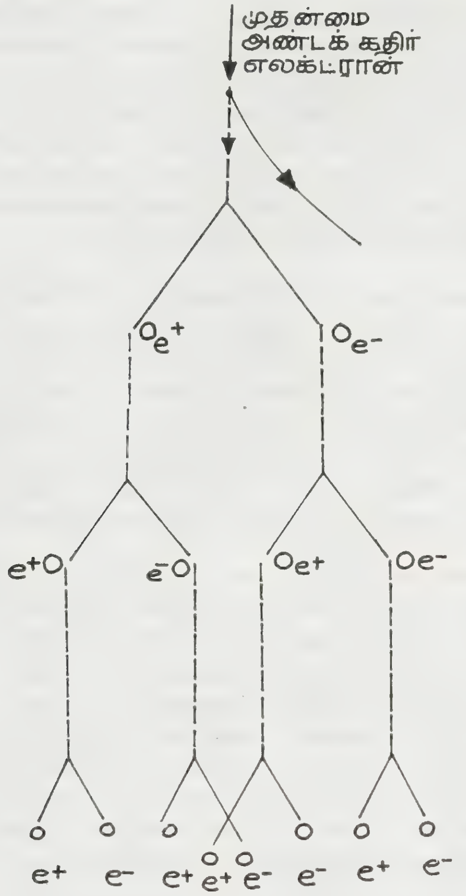
அண்டக் கதிர்ப்பொழிவு (Cosmic ray shower)

சில நேரங்களில் சில இடங்களில் அண்டக் கதிர்கள் மழைபோல் பொழிவதுண்டு. அண்டக் கதிர்ப்பொழிவில் பல வகைகள் உண்டு. தொடர்வினைப் பொழிவு (Cascade shower), ஆகர் பொழிவு (Auger shower), ஊடுருவுந்திறன் மிகு பொழிவு (Penetrating shower) என்பன சிலவாம். தொடர்வினைப் பொழிவு முதன்மை அண்டக் கதிரில் உள்ள எலக்ட்ரான் அல்லது ஆற்றல் மிக்க ஃபோட்டான் போன்ற துகள்களினால் ஏற்படுகின்றது. எலக்ட்ரான், வளிமண்டலத்தில் உள்ள அணுக்களோடு மோதும்போது ஓர் ஆற்றல் மிக்க ஃபோட்டானை உற்பத்தி செய்கின்றது. இது பருப்பொருளாக்கத்தினால் எலக்ட்ரானாகவும் பாசிட்ரானாகவும் மாறுகின்றது. எலக்ட்ரான் மீண்டும் மோதி ஃபோட்டானை உற்பத்தி செய்கின்றது. பாசிட்ரான் முழு அழிவாக்கத்தில் ஈடுபட்டு ஃபோட்டானை உற்பத்தி செய்கின்றது. ஃபோட்டானின் ஆற்றல் எலக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் இணையை உற்பத்தி செய்ய இயலாத அளவிற்குக் குறைந்து போகும் வரையில் இத்தொடர்வினை நடைபெறுகின்றது. இதனால் அப்பகுதியில் இரண்டாம் நிலை அண்டக் கதிர்களின் பொழிவு காணப்படுகிறது. இப்பொழிவில் ஃபோட்டான்களின் எண்ணிக்கை, எலக்ட்ரான்கள், பாசிட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாக இருக்கின்றது (படம்-5). மேலும் இதுபோன்ற நிகழ்வு வளிமண்டலத்தின் உயர்

அட்டவணை

அணுக்கரு	அணு எண்	ஒப்பெண்ணிக்கை
அய்ட்ரஜன்	1	1000.0
ஹீலியம்	2	65.0
குறைந்த நிறை	3 முதல் 5	1.5
மிதமான நிறை	6 முதல் 9	4.0
அதிமிதமான நிறை	10 முதல் 19	1.8
உயர் நிறை	20-ம் அதற்கு மேலும்	0.7

மட்டங்களில் நிகழக்கூடிய வாய்ப்பு அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது.



ஆகர் பொழிவு இன்னும் ஆற்றல் மிக்க (10^{14} மி.எ. வோ.) அண்டக் கதிர்களினால் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. இப்பொழிவில் ஒரு மில்லியன் துகள்கள்கூட இருப்ப துண்டு. இத் துகள்கள் தொடர்வினைப் பொழிவில் காணப்படுவதைப்போல எலட்ரான்கள் பாசிட்ரான்கள் மட்டுமின்றி, மெசான்களும் காணப்படுகின்றன. ஊடு ருவுந்திறன் மிக்க பொழிவு ஊடுருவுந்திறன் மிக்க அண்டக் கதிரால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. இப் பொழிவு பிற பொழிவுகளைப் போல விரிந்து செல்வ தில்லை.

அண்டக் கதிர்களின் தோற்றம்

ஆற்றல் மிக்க அண்டக் கதிர்கள் அண்ட வெளியி லிருந்து வருகின்றன என்று சொல்லப்பட்டாலும் அதன் உண்மையான தோற்ற மூலம் சரியாகத் தெரியவில்லை. எங்கும் காணப்படுகின்ற இந்த அண்டக் கதிர்களில் பல்வேறு அடிப்படைத் துகள்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. ஆற்றல் மிக்க இக்கதிர்களின் உயிரியல், மரபியல் விளைவுகள் இன்னும் முழுமையாக அறியப்படவில்லை. இக் கதிர்களின் தாக்குதல், மலட்டுத் தன்மையைத் தூண்டலாம் என்று பொதுவாகக் கருதப்படுகின்றது. அண்டக் கதிர்ப் பொழிவு பற்றிய ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து முதன்மைக் கதிர்களைப் பற்றி ஓரளவு மதிப்பிட முடி கின்றது. இதில் 78% புரோட்டான்களும், 20% ஆல்பா துகள்களும், 2% அணுஎண் 49 வரையுள்ள கன மூலகங்களும் இருக்கின்றன. அண்டக் கதிர்களின் செறிவு எங்கும் காணப்படுவதால், இவை பூமியின் வளி மண்டலத்திற்கு வெளியிலிருந்து தான் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என முடிவு செய்ய முடிகின்றது. இதன் தோற்ற மூலம் பற்றிப் பல கருத்துகள் நிலவு கின்றன. அவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் சில நற்கூறுகளை யும், சில குறைபாடுகளையும் பெற்றிருக்கின்றது.

தொடக்கக் காலத்தில் சூரியனும்,சூரியனைப் போன்ற உடுக்களும், அயனியாக்க வல்ல துகள்களை உமிழ்ந்து, தம் காந்தப்புலத்தால் முடுக்கி வெளியேற்றுகின்றன என்று டெல்லர் (E. Teller), ரிச்மேயர் (F. K. Richtmyer) போன்ற ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதினார்கள். ஆனால் இது அண்டக் கதிர்களில் 10^4 மி.எ.வோ. ஆற்றலுக்குக் குறைவான ஆற்றலுடைய கதிர்களின் சிறிய பகுதியை மட்டும் விளக்கக்கூடியதாக இருக் கின்றது. சூரியத் தீப்பிழம்பு (Solar flames) எழும் காலத்தில், குறை ஆற்றல் அண்டக் கதிர்களின் செறி வில் மாற்றம் காணப்படுகின்றது. ஆனால் உயர் ஆற்றல் அண்டக் கதிர்கள் ஒரு சிறிதும் பாதிப்பிற்கு உள்ளாவதில்லை. மேலும் அண்டக் கதிர்கள் சூரியன் போன்ற உடுக்களிலிருந்து வெளிவருமெனில், அவற்றின் பெரும ஆற்றல் 10^4 மி.எ.வோ. ஆகவே இருக்கும். இது முதன்மை அண்டக் கதிர்களின் சராசரி ஆற்றலை விட வும் குறைவு. அண்டக் கதிர்களின் செறிவு இரவிலும், பகலிலும் ஏறக்குறையச் சமமாக இருப்பதால், அவை சூரியனிலிருந்து தோன்றியிருக்க முடியாது என்றும் சொல்லலாம்.

∴பெர்மி (Fermi) என்பார் நம்முடைய அண்டத்தில் இந்த அண்டக் கதிர்கள் உற்பத்தி செய்யப்படலாம் எனக் கருத்துத் தெரிவித்தார். அண்ட வெளியில் அயனி களாலான மேகங்கள் உள்ளன. இவை அண்டத்தோடு ஒரு சுழல் இயக்கத்திற்கு உள்ளாகும் போது ஒரு வலி மையான புலத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இப்புலம் மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்களை முடுக்கி ஆற்றலூட்டு கின்றது. இக்கருத்து முதன்மை அண்டக் கதிரின் ஆற்றலை விளக்கக் கூடியதாக இருந்தாலும், அண்டக் கதிரில் காணப்படும் கனமாக அணுக்கருக்களின் தோற்றத்தை விளக்க முடியவில்லை.

விண்மீன் வெடிப்பு அண்டக் கதிர்களின் தோற்ற மூலமாக இருக்கலாம். நமது பால்வெளி மண்டலத் தில் 300 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு விண்மீன் வெடிப்பு ஏற்படு கின்றது என்றும், அப்போது பல இலட்சக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு ஆற்றல் மிக்க ஃபோட்டான்களும், பிற அடிப்படைத்துகள்களும் உமிழப்படுகின்றன என்றும் கருதினார்கள். இது உயர் ஆற்றல் அண்டக் கதிர்களின் தோற்றத்தை விளக்கக் கூடியதாக இருக்கின்றது.

ரெக்னர் (E.Regner) என்பார் ஆரம்பகாலத்தில் இப் பேரண்டத்தில் உள்ள அண்டங்கள், அண்டங்

களில் உள்ள விண்மீன்கள் அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்து ஒரே பெரிய கோளமாக இருந்தது என்றும், அது வெடித்துச் சிதறிய பின்பே அண்டங்களின் அமைப்பு ஏற்பட்டது என்றும், அப்போது அளவற்ற கதிர் வீச்சு கள் உமிழப்பட்டன என்றும், அதுவே அண்டக் கதிரின் மூலமாக இருக்கலாம் எனவும் கருதினார். இது முதன்மை அண்டக் கதிர்களை விளக்கினாலும், அதில் காணப்படும் கனமான அணுக்கருக்களை விளக்குவதாக இல்லை.

அண்ட இடைவெளியில் அரிதாக விரவிக் காணப் படும் விண்மீன்கள் அண்டக் கதிர்களின் பிறப்பிடமாக இருக்கலாம் என்று காம்டன் (A.H.Compton), பிளாக் கெட் (P.M.S.Blackett) போன்றோர் தெரிவித்தனர். இது அண்டக் கதிர்களின் செறிவு எங்கும் சீராகக் காணப்படுவதை விளக்கினாலும், காணப்படும் கன மான அணுக்கருக்களை விளக்கவில்லை. இது போன்று பல கருத்துகள் தெரிவிக்கப்பட்டாலும், ஒரு கருத்தும் முழுமையாக அண்டக் கதிர்களின் தோற்றம், ஆற்றல் ஆகியனவற்றை விளக்கக் கூடியதாக இல்லை. இதனால் அண்டக் கதிர்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட தோற்ற மூலம் மட்டுமே இருக்க முடியாது என்று இன்றைக்கு ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒரு முடிவுக்கு வந்திருக்கின் றார்கள்.

அண்டக் கதிர்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் பலபுதிய அடிப்படைத் துகள்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்குக் காரணமாய் அமைந்தன. அண்டக் கதிர்களைப் பற்றி மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சிகள் பூமியைச் சுற்றி வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு மண்டலங்கள் (Van Allen radiation belts) இருப்பதைத் தெரியப்படுத்தின. பூமிக்கு அருகா மையில் விண்வெளியில் புவிக்காந்தப் புலத்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்குள், அண்டக் கதிர்களில் காணப் படும் மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்கள் அடக்கி வைக்கப் படலாம். அப்படிப்பட்ட பகுதியே வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு மண்டலம் எனப்படுகின்றது. இது நில நடுக் கோட்டுப் பகுதிகளில் விரிந்தும், வடதென் முனைப் பகுதிகளை நோக்கிச் செல்லச் செல்லக் குறுகியும், வட தென் முனைப் பகுதிகளில் ஒரு சிறிதும் இல்லா மலும் இருக்கும். இதனால் மனிதர்களை ஏற்றிச் செல்லும் விண் ஊர்திகள் வட தென் முனைப் பகுதி களின் வழியே வெளியேறிச் செல்ல, அல்லது உள் நுழைய வேண்டியிருக்கின்றன. வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு மண்டலத்தின் வழியே சென்றால், அதன் கொடிய கதிர்வீச்சுகள் தாக்கி உயிரிழக்க நேரிடலாம். கருவிகளும் பழுதடையும்.

எசு. இல.

நூலோதி

1. **Germaine & Arthur Beiser** *Story of Cosmic Rays*, Phoenin House 1962
2. **Messee and Butler** *The Universe and its Origin*. Macmillan, London 1964

அண்டகம்

உயிரிகளின் உடலில் இரு வகை உயிரணுக்கள் உள்ளன. அவை உடல் உயிரணுக்கள் (somatic cells), மூல இனவணுக்கள் (Germ cells) என்பன. உடல் வளர்ச்சியோடு இணைந்த உயிரணுக்களைத் தோற்று விப்பது முன்னதன் வேலையாகும். தம் இணைப்பால் ஒரு புது உயிரியின் வளர்ச்சியைத் தூண்டி ஆரம்பிக்கக் கூடிய கலவி உயிரணுவுக்குப் புணரி அல்லது கலவியணு அல்லது இனவணு (gamete) என்று பெயர்.

மேம்பாடடைந்த விலங்குகளில் கலவியணுக்கள் இரு வகைப்படுகின்றன. அவை முறையே ஆண் இனவணு அல்லது விந்தணு (sperm) என்றும், பெண் இனவணு அல்லது முட்டை அல்லது அண்டம் (ovum) என்றும் கூறப்படுகின்றன. இருவித இனவணுக்களும் இருபால் விலங்குகளால் உருவாக்கப்படுகின்றன. அண்டம் வளர்ச்சியடையும்போது கரு வளர்ச்சிக்குத் தேவை யான உணவுப்பொருள்கள் சேமிக்கப்படுகின்றன.

அண்டவாக்கம் அல்லது அண்டம் முதிர்தல் (Oogenesis) பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பான அண்ட கத்தில் அல்லது அண்டச் சுரப்பியில் (ovary) நடைபெறு கிறது. பொதுவாகப் பறவைகளைத் தவிர எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் இணையான அண்டங்கள் பக்கத்திற்கொன்றாக உள்ளன. பறவைகளில், அவற்றின் பறக்கும் தகவமைப்பிற்கேற்ப உடல் எடையைக் குறைப்பதற்காக ஒரு பக்கம் மட்டுமே அண்டகம் உள்ளது. பலவகையான அண்டகங்கள் முதுகெலும்பிகளிடையே காணப்படுகின்றன.

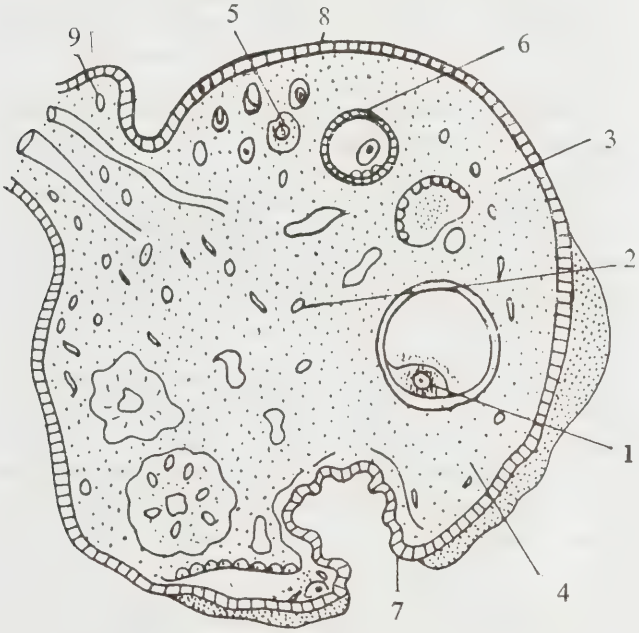
முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளில் இனப்பெருக்க உறுப் புள் ஒரே உயிரியிலும், சிலவற்றில் தனித்தனியாகவும் இருக்கும். ஆகவே அவை ஒரு பால் உயிரி, இரு பால் உயிரி எனப் பிரிக்கப்படும். முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளில் அண்டகத்தின் வடிவம் பலவாறு வேறுபடுகிறது.

அண்டகங்களின் உருவ அமைப்பு அல்லது தோற்றம்: பல வித முதுகெலும்பிகளில் அண்டகத்தின் உருவ அமைப்பு வேறுபடுகிறது. எலும்பு மீன்களிலும், கானாய்டு மீன்களிலும் (Ganoid fishes) அண்டகம் உடலின் பெரும்பகுதி வரையிலும் நீண்டுள்ளது. இரு வாழ்விகளில் அண்டகம் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு பகுதியிலும் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் முட்டைகள் நிரம்ப இருக்கும். ஊர்வனவற்றிலும் பறவைகளிலும், பொதுவாக அண்டகங்களின் தோற்றம் திராட்சைக் குலையை ஒத்திருக்கும். ஆனால் பாலூட் டிகளில் நீண்டு கோள வடிவமுள்ள இரண்டு அண்டகங் கள் சிறுநீரகங்களுக்கு மேலாக உடற்சுவருடன் இணைக் கப்பட்டுள்ளன.

முதுகெலும்பிகளில் அண்டகத்தின் அளவு அல்லது பரிமாணம்: எலும்பு மீன்களில் (bony fishes) அண்டகத் தின் அளவு, பெண் மீனின் உடலளவோடு ஒப்பிடும்

போது மிகப்பெரியதாக இருக்கும். அதே சமயத்தில் மனிதன், மாடு போன்றவற்றின் பெண் உயிரிகளில், உடலளவுடன் ஒப்புநோக்கும்போது அண்டகம் சிறியதாக உள்ளது. மேலும் மீன்களின் அண்டகத்தில் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் முதிர்ந்த முட்டைகள் இலட்சக் கணக்கில் இருக்கும். ஆனால் பாலூட்டிகளில் ஒரே ஒரு முதிர்ச்சி அடைந்த அண்டம்தான் அண்டகத்தில் இருக்கும். சுறா, தவளை, ஊர்வன, பறவைகள் போன்ற உயிரினங்களின் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் அண்டகம் குறிப்பிடத்தக்க நிறத்தைப் பெறுகிறது. பின்னர் இனப்பெருக்கமற்ற காலத்தில் நிறம் குன்றிச் சுருங்கி விடுகிறது.

அண்டகத்தின் வகைகள்: அண்டகத்தின் அளவு, அமைப்பைத் தவிர புறத்தோற்றத்தைப் பொறுத்து அண்டகங்களை நெருக்கமாக அமைந்த அண்டகம் (Compact ovary), பை போன்ற அண்டகம் (saccular ovary) என இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.



பாலூட்டிகளின் அண்டகம்

1. அண்டம் 2. அகணி 3. புறணி
4. இணைப்புத் திசு 5. முதல் நிலை கிராஃபியன் நுண்பை
6. இரண்டாம் நிலை கிராஃபியன் நுண்பை 7. வெடித்த கிராஃபியன் நுண்பை 8. முளைக்கும் எபிதீலியம்
9. மீசோவேரியம்

1. நெருக்கமாக அமைந்த அண்டகம்

இந்த வகை அண்டகம் குருத்தெலும்பு மீன்கள், ஊர்வன, பறவைகள், பாலூட்டிகள் போன்ற உயிரினங்களில் காணப்படுகிறது. இந்த வகை அண்டகங்களில் கீழ்க்கண்ட பகுதிகளைக் காணலாம்.

அகணி (Medulla): இது அண்டகத்தின் உட்பகுதியாகும். இங்கே பல இரத்தக் குழாய்கள் உள்ளன.

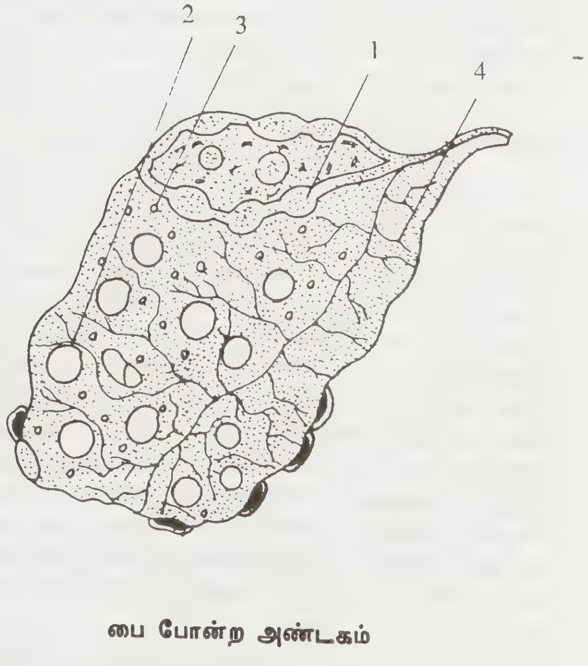
புறணி (Cortex): இது அகணியைச் சுற்றியுள்ள பகுதியாகும். இங்கே பல அண்டவணுக்கள் அல்லது அண்டங்கள் பல்வேறு வளர்ச்சி நிலையில் காணப்படுகின்றன.

டியூனிகா அல்பியூஜினியா (Tunica Albuginea): இந்த இணைப்புத்திசு புறணியைச் சுற்றியமைந்துள்ளது.

முளைக்கும் எபிதீலியம் (Germinal epithelium): இது அண்டகத்தைச் சூழ்ந்திருக்கும் மேற்புற அடுக்காகும். இங்கிருந்துதான் தொடர்ச்சியாக மூல அண்டவணுக்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இவை அண்டமாக்கம் மூலம் அண்டங்களாக (Ova) மாறுகின்றன.

2. பை போன்ற அண்டகம் (Saccular ovary)

இந்த வகை அண்டகம் பொதுவாக முதுகெலும்பிகளில் இருவாழ்விகளில் மட்டுமே உள்ளது. இதில் புறணியும் முளைக்கும் எபிதீலியமும் ஏறக்குறைய நெருக்கமாக அமைந்த அண்டகத்தில் உள்ளது போலவே இருக்கும். ஆனால் அகணி உள்ள பகுதியில் நிணநீர் இடைவெளிகள்தான் (lymph spaces) உள்ளன. இருவாழ்விகளில் அண்டகங்களின் உட்பகுதியில் திசுக்கள் வளர்ச்சியின் முதல்நிலையில் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். பின்னர் வளர்ச்சியின்போது வெற்றிடமும் குழியும் தோன்றுவதாலும், நெருக்கமாக அமைந்த அகணிப் பகுதி மறைவதாலும், புறணிப்பகுதி மெல்லிய வெளிப்பகுதியாக அமைந்து விடுவதாலும் பை போன்ற அமைப்பைப் பெறுகிறது.



பை போன்ற அண்டகம்

1. ஊசைட் 2. கிராஃபியன் நுண்பை 3. முதிராத கிராஃபியன் நுண்பை 4. இரத்தக் குழாய்கள்

அண்டகத்தில் திசுக்களின் அமைப்பு : முதுகெலும்பிகளின் அண்டகத்தில் மூன்று வகையான உயிரணுக்கள் உள்ளன. அவை முறையே பாலின அணுக்கள், உடல் உயிரணுக்கள். பாலின ஹார்மோன்களைச் (Sex hormones) சுரப்பவை என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. **இனவணுக்கள் :** அண்டவாக்கம் முறையின் மூலம் மூலப் பெண்பாலின அணுக்கள் பல நிலைகளைக் கடந்து அண்டகங்களை உண்டாக்கும். அண்டவாக்கம் பெருகும் நிலை, வளர்ச்சி நிலை, முதிரும் நிலை என மூன்று நிலைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

2. **உடல் உயிரணுக்கள் :** இவை அண்டகத்தில் பொதுவாகத் திசுக்களின் அமைப்பிற்கு உதவும் உயிரணுக்களாகும். இவை வளரும் அண்டங்களுக்குப் பாதுகாப்பையும் போதுமான உணவையும் அளிக்கின்றன.

3. **பாலின ஹார்மோன்கள் சுரக்கும் உயிரணுக்கள்:** இவை முக்கிய ஹார்மோன்களான எஸ்ட்ரோஜன்களை (Estrogens) யும் புரோஜெஸ்ட்ரான்களை (Progesterones) யும் சுரக்கின்றன. இந்த ஹார்மோன்கள் பெண் உயிரிகளில், இரண்டாம் நிலை பால்வழிப் பண்புகளை (Secondary sexual characters) ஒழுங்குபடுத்துவதில் பெரும்பங்கு ஏற்கின்றன. மேலும் குட்டி போடும் விலங்குகளில் (Viviparous animals) கருப்பையினுள் கரு நன்றாக வளர்வதற்கு உதவியாகச் செயல்படுகின்றன. இவ்விரண்டு ஹார்மோன்களும் பெண்களின் இடுப்புப் பகுதியை அகலப்படுத்துதல், மார்பகங்களின் வளர்ச்சி, பிரசவத்திற்குப் பின் பால் சுரத்தல், பால் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சி, பெண் இனப்பெருக்க மண்டலத்தைச் சேர்ந்த உறுப்புகளின் வளர்ச்சி, பருவமடைதல், குரலில் மாற்றம் போன்ற பணிகளைச் செவ்வனே கட்டுப்படுத்திச் செய்கின்றன.

அண்டகம் அல்லது அண்டச்சுரப்பியின் வளர்ச்சி

பாலூட்டிகளில் அண்டகமாக வளரும் உறுப்பு, கருவில் உண்டாவதற்குச் சிறிது காலதாமதம் ஏற்படுகிறது.

முயல், பூனை, மாடு போன்ற பாலூட்டிகளில் அண்டகம் உண்டாவதன் முதல் அறிகுறி இரண்டாம் முறையாகப் பாலின நாண்கள் முளைக்கும் எபிதீலியத்தில் பெருகுவதனால் தெரிகிறது. இந்த நாண்களுக்கு ப்ளூகரின் நாண்கள் (Pfluger's cords) என்று பெயர். இவ்விதமாக எபிதீலிய நாண்களையும், பாலணுக்களையும் கொண்ட முதல் நிலைப் புறணி அமைக்கப்படுகிறது. இதற்கிடையில் நாண்கள் முறிபட்டு, வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் அகணியின் பக்கம் அழுத்தப்படுகின்றன. இந்த் நாண்களிலுள்ள மூல இனவணுக்கள் (Germ cells) பிரிந்து பெருகுகின்றன. சில அழிந்து படுகின்றன.

மேற்கூறிய மாற்றங்கள் வெளியில் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது அண்டகத்தின் உட்பரப்பிலும் சில மாறுதல்கள் நடைபெறுகின்றன. சிறுநீரக இடைப் பகுதியிலிருந்து இரத்தக் குழாய்கள் வளர்ந்து அண்டகத்தினுள் செல்கின்றன. இதனால் வளர்ந்து வரும் அகணிப்பகுதியில் ஓர் இரத்தக்குழாய் வலை ஏற்படுகிறது.

சிறுநீரக இடைப்பகுதிக்கும் வளர்ந்துவரும் அண்டகத்திற்கும் இடையே மீசன்கைம் உயிரணுக்கள் (Mesenchymal cells) திரண்டு காணப்படுகின்றன. இந்த மீசன்கைம் திரள்தான் பின்பு அண்டகத்தின் முன்னோடியான ரீட் பிளாஸ்டீமா (Rete Blastema) என்னும் பகுதியாக மாறுகிறது.

மீசன்கைம், ரீட் பிளாஸ்டீமா என்ற பகுதியிலிருந்து கதிர்கள் சுற்றிலும் சிதறித் தூண்கள்போல் அமைகின்றன. மாறுபட்ட இணைப்புத் தசை நார்கள் அகணி வழியாக அண்டகத்தின் புறணிப் பகுதிக்குச் செல்கின்றன.

இந்நிலையில் அண்டகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் கீழ்க்கண்ட பகுதிகளைக் காணலாம்.

1. வெளியில் அமைந்துள்ள முளைக்கக்கூடிய, பெருகும் தன்மை கொண்ட முளைக்கும் எபிதீலியப் பகுதி.

2. இதற்கு இடையில் அமைந்துள்ள ட்யூனிகா அல்பியூஜினியா (Tunica albuginea) எபிதீலியத் திசுக்கள், இனவணுக்கள், அண்டகத்தின் தடுப்பிலிருந்து உண்டான திசு மூலங்கள் ஆகியவை அமைந்துள்ள பகுதி.

3. புறணிப் பகுதி ஒரு பெருக்கமான அடுக்காகும். இது டியூனிகா அல்பியூஜினியாவினுள் இருக்கும். இதில் இனவணுக்களின் கூட்டம், அண்ட நாண்கள், எபிதீலிய மூலங்கள், வேறுபாடடைந்துகொண்டிருக்கும் மீசன்கைம் உயிரணுக்களின் புரிகள் (Strands) ஆகியவை காணப்படும்.

4. உட்புறம் மீசோவேரியம்(Mesovarium) எனப்படும் அண்டகத்தின் குடல் தாங்கியின் அருகில் அகணி காணப்படும். இது எபிதீலிய உயிரணுக்கள், மீசன்கைம், இரத்தக்குழாய்கள், மூல அண்டவணுக்கள், ஊசைட் (Oocyte), தாய் அண்டவணுக்கள் (Oogonia) ஆகியவற்றைக் கொண்டது.

5. மீசோவேரியத்தில் ஒரு நெருக்கமான உயிரணுத் திரள் காணப்படுகிறது. இது ரீட் அண்டகத்தின் (Rete ovary) முன்னோடியைக் குறிக்கும். இங்கு இணைப்புத் திசுவாலான ஒரு சட்டம் அல்லது கூடு அமைக்கப்படுகிறது.

6. ரீட் அண்டகத்திலிருந்து விரிந்து செல்லும் மீசன்கைம், உயிரணுப்புரிகளின் ஓரத்தில் அகணி வழியாகப் புறணிக்குச் சென்று அமைகின்றது. இவ்வாறு அண்டகத்தில் தடுப்புகள் உண்டாகின்றன. சில பெரிய இடை

நிலை உயிரணுக்கள் (Interstitial cells) நுண் தடுப்புச் சுவர்கள் உள்ள பரப்பில் காணப்படுகின்றன.

இரண்டாம் நிலைப் புறணியும் அகணியும் உண்டாகும் விதம் (Formation of the Secondary Cortex and Medulla): அண்டகத்தின் வளர்ச்சியின் பின்பகுதியில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் கீழ்க்கண்ட முறையில் உள்ளன:

1. முன்னேற்றமடையாத டியூனிகா அல்பியூஜினியா தடித்து முளைக்கும் எபிதீலியத்திற்கும், புறணி உயிரணுக்களுக்கும் இடையே உள்ள இரண்டாம் நிலை ட்யூனிகா அல்பியூஜினியாவாக மாறுகிறது. இது இணைப்புத் திசுவின் நுண் இழைகளையும், நாண் போன்று தடித்துள்ள இழைகளையும், மீசன்கைமையும், இணைப்புத் திசு உயிரணுக்களையும் கொண்டது. வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் ட்யூனிகா அல்பியூஜினியாவில் ஏற்படும் இந்த மாறுதல்கள் அண்டகத்தின் தடுப்புச் சுவர்களிலிருந்து உள்ளே வளரும் உயிரணுக்களோடும், அல்பியூஜினியன் வெளிச்சுவரின் உயிரணுக்களோடும் தொடர்புடையன

2. முதல் நிலைப்புறணி, தடித்த இரண்டாம் நிலைப் புறணியாக மாறுகிறது. இது மூல அண்டவணுக்களைக் கொண்டது. இவை சில எபிதீலிய உயிரணுக்களால் சூழப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு எபிதீலிய உயிரணுக்களால் சூழப்பட்ட மூல அண்டவணுக்கள் மூல அண்டப் பையாக மாறுகின்றன. இதை முதல் நிலை கிராஃபியன் நுண்பை (Primary Graffian Follicle) என்று குறிப்பிடுவர். அண்டகத்திலிருந்து உருண்டையான பந்துக்கங்கள் போல் கிராஃபியன் நுண்பை நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு நுண்பையிலும் ஓர் அண்டம் இருக்கும்.

3. பிறகு இரண்டாம் நிலை அகணி உண்டாகிறது. இது இரத்தக் குழாய்களைக் கொண்ட இணைப்புத் திசு வலையைக் கொண்டது. இந்த இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து கிளைகள் புறணிக்கு நீளுகின்றன. சில இனப்பெருக்க உயிரணுக்களும் அகணியில் இந்நிலையில் காணப்படலாம்.

4. ரீட் பிளாஸ்டீமா ஒரு தனிப்பட்ட நெருக்கமாக அமைந்த உயிரணுத்திரளாகச் சுற்றியுள்ள உயிரணுக்களிலிருந்து பிரிந்து காணப்படுகிறது. இது அண்டகத்திற்கும் மீசோவேரியத்திற்கும் இடையில் உள்ள பகுதியை வந்தடைகிறது. இது ரீட் அண்டமாகிறது.

வே. வி.

நூலோதி

1. **Ekambaranatha Ayyar, M.** *A Manual of Zoology,* Vol II. 1960

2. **Arumugam, N.** *A Text Book of Embryology,* Saras publication, Thovalai, P. O., Nagarcoil, Tamil Nadu 1982.

3. **Verma, P.S V.K. Agarwal & B.S. Tyagi.** *Chordate Embryology* S. Chand & Company Ltd. Ram Nagar, New Delhi 1981.

4. **டாக்டர் ரா. ஃபிளாரன்ஸ் மேரி.** *முயலின் கருவியல்.* தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1972.

அண்டங்காக்கை

கார்வஸ் மெக்ரோரிங்கோஸ் (Corvus macrorhynchos) எனப்படும் அண்டங்காக்கைச் சிறப்பினத்தில் 4 உள்ளினங்களைச் சேர்ந்த அண்டங்காக்கை (Jungle crow) வகைகள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

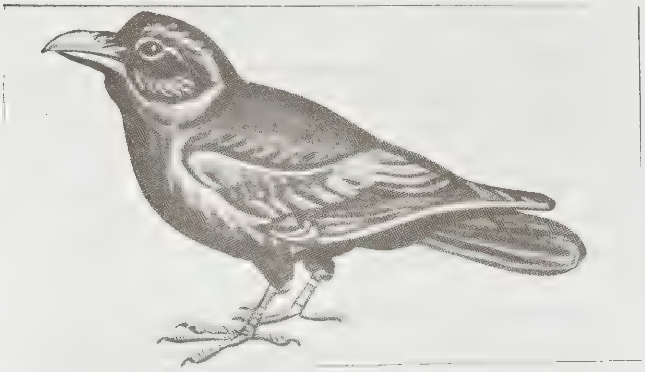
இமாலயக் காட்டுக்காகம் (Himalayan jungle crow)

இது இமயமலைப் பகுதிகளில் 'கா' என்ற பெயரில் அழைக்கப்படுகின்றது. இதன் உயிரியல் பெயர் கார்வஸ் மெக்ரோரிங்கோஸ் இண்டர்மீடியஸ் (Corvus macrorhychos intermedius) என்பது; உருவத்தில் வீட்டுக் காகத்தைப் போல் இருக்கும்; ஏறக்குறைய 50 செ.மீ. நீளமுள்ள உடலைக் கொண்டது. அடர்ந்தியானை, சிவப்பு நிறம் கலந்த சீரான கறுப்பு நிறத்துடன் கூடிய பெரிய காகங்களின் அலகு உறுதியாகவும் அளவில் பெரியதாகவும் அமைந்துள்ளது. ஆண், பெண் பறவைகளின் புறத்தோற்றத்தில் வேறுபாடுகள் கிடையா. வீட்டுக் காகத்தைவிட, இவை அதிக கரகரப்பான ஒலியினை எழுப்பக் கூடியன. தலைக்கு மேல் உயரமாகப் பறக்கும்பொழுது, வால் இறகுகளை முக்கோண வடிவத்தில் வைத்துக் கொள்ளும். இவற்றைப் பிணந்தின்னிக் காகத்திலின்று (Carrion crow) வேறுபடுத்துவது கடினம்.

இவை இமயமலைப் பகுதிகளில் 1800 மீ. முதல் 4500 மீ. உயரம் வரை வாழ்கின்றன. ஏறத்தாழ 6400 மீ. வரையிலும் வாழ்வதாகத் தெரிய வந்துள்ளது. இவை பெரும்பாலும் மலைப்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. கோடை காலங்களில் ஆடு மாடுகளின் மந்தைகளையும், வியாபாரிகளின் கும்பல்களையும் தொடர்ந்து சமவெளிப் பகுதிகளில் கூட்டம் கூட்டமாகப் பறந்து திரிகின்றன. ஐம்பதுக்கும் மேற்பட்ட காகங்கள் கும்பலாகவும் பறப்பது உண்டு. பனிக்காலங்களில் அமைதியாகப் பொழுதைக் கழிக்கின்றன. மனிதர்களுடன் பழகுவதில் ஆர்வத்தைக் காட்டுகின்றன. தாவரங்களையும் விலங்குகளையும் உணவாகக் கொள்கின்றன.

மார்ச் முதல் மே வரையுள்ள மாதங்களில் இவை கூடு கட்டுகின்றன. காடுகளின் அருகாமையில் உள்ள மரங்களில் குச்சிகள், கம்பளி, மயிர் ஆகியவற்றைப்

பயன்படுத்திக் கூடுகள் கட்டுகின்றன. முட்டைகளின் அளவு 3 செ மீ. முதல் 4 செ.மீ. வரை இருக்கும்.



படம்-1 அண்டங்காக்கை (கார்வஸ் மேக்ரோரிங்கோஸ்)

கிழக்கத்திய காட்டுக்காகம் (Eastern jungle crow) இது பீகார், வங்காளம், அஸ்ஸாம், நாகாலாந்து, மணிப்பூர், கிழக்குப் பாகிஸ்தான், அந்தமான் பகுதிகளில் 100 மீ. உயரம் வரை வாழ்கின்றது. இதன் உயிரியல் பெயர் கார்வஸ் மேக்ரோரிங்கோஸ் லிவெய்ல்ான்ட்டி (Corvus macrorhynchos levaillantii) என்பது. இவை ஏறத்தாழ 48 செ.மீ. நீளமானவை; பளபளப்பான நல்ல கறுப்பு நிறத்துடன் கூடிய உடலையும் உறுதியான கறுத்த அலகையும் கொண்டவை; நகர்ப்புறங்களிலும் கிராமங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

இவை இமாலயக் காட்டுக் காகத்தின் குரலைவிட குறைந்த அளவு கரகரப்பான குரலுடையவை; இந்திய காட்டுக் காகத்தின் குரலைவிடக் கரகரப்பான குரலுடன் கூடிய ஒலியை எழுப்புகின்றன.

இவை நவம்பர் முதல் ஏப்ரல் வரையில் உள்ள காலங்களில் இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுகின்றன; கூடு கட்டுவது, முட்டையிடுவது, குஞ்சுகளைப் பராமரிப்பது போன்றவற்றில் இந்திய காட்டுக்காகத்தைப் போன்று செயல்படுகின்றன.

திபெத்திய காட்டுக் காகம் (Tibetan jungle crow). இது வட சிக்கிம், வட பூடான் ஆகிய பகுதிகளில் வாழ்கின்றது; காடுகளிலும் சமவெளிப் பகுதிகளிலும் ஏறத்தாழ 3800 மீ. உயரம் வரை வாழ்கின்றது. இதன் உயிரியல் பெயர் கார்வஸ் மேக்ரோரிங்கோஸ் டிபெட்டோசைனென்சிஸ் (Corvus macrorhynchus tibetosinensis) என்பது. இதன் உடல் ஏறத்தாழ 20 அங்குலம் நீளமானது; பளபளப்பான கறுப்பு நிறத்தை உடல் முழுவதும் கொண்டு உறுதியான கறுத்த அலகுடன் காணப்படுகிறது; ஆழ்ந்த கரகரப்பான ஒலியினை எழுப்பக் கூடியது. இமாலயக் காட்டுக் காகத்தைப் போன்று தலைக்கு மேல் உயரமாகப் பறக்கும் பொழுது, வால் இறகுகளை முக்கோண வடிவத்தில் வைத்துக்கொள்கின்றது. புறத்தோற்றத்தில் ஆண் பெண் பறவைகளுக்குள் வேறுபாடு கிடையாது.

இந்தியக் காட்டுக்காகம் (Indian jungle crow). இதன் உயிரியல் பெயர் கார்வஸ் மேக்ரோரிங்கோஸ் கல்மினேட்டஸ் (Corvus macrorhynchos culminatus) என்பது. இது கங்கைச் சமவெளிப்பகுதி, இலங்கை, தென் இந்தியாவில் குறிப்பாக நீலகிரி முதலிய பகுதிகளில் 2000 மீ. முதல் 2300 மீ. உயரம் வரையுள்ள இடங்களில் வாழ்கின்றது. இந்தியாவின் பாலைப் பகுதிகளிலும், இடைநிலைப் பாலைப் பகுதிகளிலும் காணப்படுவதில்லை; மரங்களடர்ந்த கிராமப்பகுதியிலும் நகர்ப்புறத்திலும் பெரிய நகரங்களிலும் காணப்படுகின்றது.

வீட்டுக் காகத்தைப் போன்று மற்ற விலங்குகளுடன் இசைவாகவும், கூட்டம் கூட்டமாகவும் சேர்ந்து வாழ்வதில்லை. மிதமிஞ்சிய உணவுள்ள இடங்களில் இவற்றின் பெரும் கூட்டத்தை அரிதாகக் காணலாம். இவை பொதுவாகக் கிராமப்புறங்களில்தான் வாழ்கின்றன. நகர்ப்புறங்களின் எல்லைகள் விரிவடைந்து கொண்டே செல்லும் இந்நாட்களில் இவை மனிதனுடனும் மற்ற விலங்குகளுடனும் சேர்ந்து வாழ வேண்டிய சூழ்நிலை ஏற்பட்டுள்ளது. வீட்டுக் காகத்திடம் காணப்படும் தந்திரம், விழிப்புத்தன்மை, சேர்ந்துவாழும் பழக்க வழக்கங்கள் இவற்றிடம் கிடையா. தங்கள் குஞ்சுகளைப் பராமரிக்கும் காலங்களில் மற்ற பறவைகளின் கூடுகளையும் கோழிக்குஞ்சுகளையும் கொள்ளையடிக்கின்றன; கூடுகட்டும் காலங்களில் வீட்டுக் காகம், மைனா போன்ற மற்ற பறவைகளுடன் சேர்ந்து வாழ்கின்றன. அப்பகுதிகளிலிருந்து காலையிலும் மாலையிலும் வழக்கமான இடங்களுக்கு, உணவைத் தேடிச் செல்கின்றன. வீட்டுக் காகங்களைப் போன்று இறக்கைகளை நிதானமாக இயக்கிக் கொண்டு தாழ்வாகவும் பறக்கின்றன; சிறிது தூரப் பயணங்களை மேற்கொள்ளும்போது, கழுத்தை வெளியே நீட்டிய நிலையில் இறக்கையை முதுகின் மேல் உடல் மட்டத்திற்கு மடித்தபடி, இறக்கையின் நுனி மட்டும் பின்புறத்தில் வளைவாக அமைந்த நிலையில், அதிக ஒலியுடன் கூடிய ‘கர்’ ‘கர்’ என்று குரலினை எழுப்புகின்றன.

இறந்த விலங்குகளின் எஞ்சிய பொருள்கள், குப்பை கூளங்கள், பறவைகளின் முட்டைகள், குஞ்சுகள், எலிகள், மற்றும் பல்வேறு சிறிய உயிரிகளையும், உணவு தானியங்களையும், பூக்களின் தேன், இதழ்கள் ஆகிய பலவற்றையும் இவை உணவாகக் கொள்கின்றன.

இவை மற்ற காகங்களிலிருந்து வேறுபட்டுத் தனித்தன்மையுடன் கட்டையான கரகரப்பான ஒலியை எழுப்புகின்றன; வீட்டுக் காகத்தைப் போன்று பலவிதமான ஒலிகளை எழுப்புகின்றன. அந்நிலையில் தலையைத் தாழ்த்திக் கழுத்தை மட்டமாக நீட்டி, வாயை அகலமாக்கி, தொண்டைப் பகுதி இறகுகளை விறைப்பாக வைத்துக் கொண்டு குரல் எழுப்புகின்றன.

பிப்ரவரி முதல் ஜூன் வரை உள்ள மாதங்களில் பொதுவாக இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகின்றது. வட

இந்தியாவில் மார்ச், ஏப்ரல் மாதங்களிலும், தென் இந்தியாவில் அதற்கு முன் மாதங்களிலும், இலங்கையில் ஏப்ரல் முதல் செப்டம்பர் மாதங்களிலும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. மனித நடமாட்டம் அற்ற பகுதிகளில் தரையிலிருந்து ஏறக்குறைய 7 மீ. முதல் 10 மீட்டர் உயரத்தில் மரத்தின் கிளைகள் இரண்டாகப் பிரியும் இடத்தில் அல்லது மாமரம், சவுக்குமரம், தென்னை, பனை போன்ற பெரிய மரங்களின் தலைப் பகுதிகளில் கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. குச்சிகளையும் கொடிகளையும் பயன்படுத்திக் கூடுகள் கட்டப்படுகின்றன. கூட்டின் நடுப்பகுதி 15 செ.மீ. முதல் 18 செ.மீ. விட்டமும், 10 செ.மீ. முதல் 14 செ.மீ. ஆழமும் கொண்டது. அது நார், கம்பளிக்கற்றை முதலியவற்றால் அமைக்கப்பட்ட கிண்ணம் போன்ற அமைப்பு கொண்டது. இவற்றின் முட்டைகள் வீட்டுக் காகத்தின் முட்டைகளைப் போன்றவை; ஆனால் சற்றுப் பெரியவை. 3 முதல் 5 முட்டைகள் வெளுத்த ஊதாவும் பச்சையும் கலந்த புள்ளிகளுடனும், காவி நிறத்தில் மெலிந்த கோடுகளுடனும் காணப்படுகின்றன. முட்டைகளின் சராசரி அளவு 3 செ.மி. முதல் 4 செ.மீ. வரை இருக்கும். கூடு கட்டுவதிலும், அடைகாப்பதிலும், குஞ்சுகளைப் பராமரிப்பதிலும் இருபால் பறவைகளும் பங்கு கொள்கின்றன. அடைகாப்பதில் பெண் பறவை அதிகப் பொறுப்பேற்கிறது. 17 முதல் 19 நாட்கள் அடைகாக்கும் காலமாகும். குஞ்சுகளின் இறகுகள் வளர்ந்து, அவை 3 அல்லது 4 வாரங்களில் கூட்டை விட்டுப் பிரிகின்றன.

கி. ம.

நூலோதி

1. Salim Ali and Dillon Ripley, S. *Handbook of the Birds of India and Pakistan,* Vol. 5, 252 256. Oxford University press; Delhi, 1981.

அண்டப் பிறப்பியல்

அண்டத்தின் தோற்றுவாய் (Origin) பற்றிய உண்மைகளைக் கண்டறியும் பகுதி என இதனைக் கொள்ள வேண்டும். வானியல் வல்லுநர்களின் (Astronomers) ஆராய்ச்சிக்குட்பட்ட பரமண்டலப் பொருள்கள் (Heavenly objects) யாவும் அடங்கியது அண்டம் (Universe). ஆகவே அறிவியல் வளர்ச்சியோடு அண்டம் பற்றிய நமது எண்ணங்களும் அதனில் அடங்கிய பொருள்களின் வகை தொகைகளும் வளர்கின்றன. கடந்த நூற்றாண்டு வரை புவி (Earth), ஞாயிற்றுக் குடும்பம் (Solar system) இவற்றின் தோற்றத்தினையே முதன்மையாக அண்டப் பிறப்பியல் (Cosmogony) கொண்டிருந்தது. ஆனால் தற்பொழுது ஞாயிறு (Sun) போன்ற பல விண்மீன்களும் (Stars), பலவகையான விண்மீன் முடிச்சுகளும் (Star clusters), இவற்றைத் தம்முள்ளே கொண்டுள்ள பால்வழி மண்டலங்களும் (Galaxies), பால்வழி மண்டல முடிச்சுகளும் (Clusters of Galaxies), அவற்றின் கூட்டமான பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகளும் (Superclusters), தன்னுள்ளடக்கிய அண்டம் தோன்றியதைப் பற்றிக் கண்டறியும் பகுதியாக அண்டப் பிறப்பியல் வளர்ந்துள்ளது. இது அண்டத்தின் வயது (Age), பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சிலிருந்து புவி போன்ற கோள் (Planet) ஈறாக உள்ள பரம்பரை அமைப்புகளும் (Hierarchical structures), அவற்றின் தோற்றமும், தோற்றத்தில் முக்கியப் பங்கு பெறும் சுழற்சியும் (Rotation), கோண உந்தமும் (Angular momentum) உள்ளடக்கிய பகுதியாகும்.

அண்டத்தின் வயது (Age of the Universe)

அண்டம் ஒரு மிக அடர்த்தியான நெருப்புக் கோளத்தின் பேரதிர் வெடியில் (Big Bang) தோன்றி விரிவடைந்து வருகிறது என்று தற்பொழுது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. பேரதிர் வெடி நிகழ்ந்த நேரத்தையே அண்டத்தின் பிறப்பாகக் கொள்ளலாம். அண்டத்தின் வயதை இப்பிறப்பிலிருந்து இன்று வரை அ) அபுல் மாறிலி முறை (Hubble constant method), ஆ) கோளக் கூட்டங்களின் (Globular clusters) எச். ஆர். விளக்கப்பட (H. R. Diagram) முறை, இ) கதிரியக்க (Radio-activity) முறை போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி ஆயிரம் கோடியிலிருந்து ஆயிரத்தைந்நூறுகோடி ஆண்டுகளுக்கு உட்பட்டது என்று தீர்மானித்துள்ளனர்.

அ) அபுல் மாறிலி முறை

அண்டம் பேரதிர்வெடியில் தோன்றிய ஒன்று. இப்பேரதிர்வெடி அண்மையில் நிகழ்ந்திருந்தால் பேரண்டத்தின் துகள்கள் மிக வேகத்தில் சிதறிக் கொண்டிருக்கும். நிகழ்ச்சி மிகத் தொன்மையாக இருந்தால் சிதறிய துகள்களின் வேகம் குறைவாக இருக்கும். மேலும் அண்மையான நிகழ்ச்சியாயின் துகள்களின் தொலைவு அதிகம் இராது. தொன்மையானதாயின் துகள்கள் மிகத் தொலைவில் இருக்கும். அதாவது துகள்களின் தொலைவு சிதறல் வேகத்தைப் பொறுத்தது. இங்கு துகள்கள் என்பவை பெரும்பால்வழி மண்டலங்கள். ஆகவே பெரும்பால்வழி மண்டலங்களின் தொலைவு, அவற்றின் விரிவு திசைவேகத்தைப் (Expansion Velocity) பொறுத்தது. இதனையே அபுல் விதி என்பர். அது

விரிவுத் திசைவேகம் = அபுல் மாறிலி x தொலைவு.

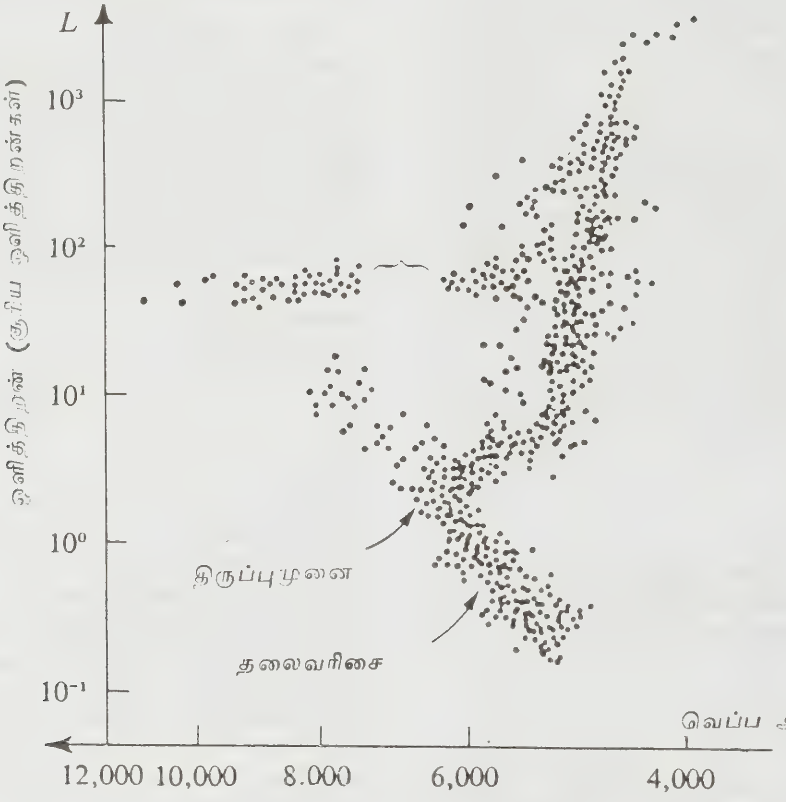
ஆகவே அபுல் மாறிலி அண்டத்தின் வயதைக் குறிப்பிடும் ஒரு காட்டி (indicator) எனக் கொள்ளலாம். இந்த அபுல் மாறிலியின் மதிப்பு 22 கி.மீ./வினாடி/ஆயிரமாயிரம் ஒளி ஆண்டுகள் எனத் தற்பொழுது கொள்ளப்படுகிறது. இம்மதிப்புள்ள அபுல் மாறிலிக்கான அண்டத்தின் வயது ஆயிரம்கோடி ஆண்டுகள் ஆகும்.

காண்க, அண்டவியல்; அபுல் மாறிலி.

ஆ) கோளக்கூட்டங்கள் எச். ஆர். விளக்கப்பட முறை

ஒரு கோளக்கூட்டத்தில் உள்ள விண்மீன் பல வெப்ப நிலைகளிலும் (temperatures), பல ஒளித் திறனோடும்

(Luminosity) காணப்படும். இவ்வெப்பநிலையைக் காட்டும் வரைபடமே எச். ஆர், விளக்கப்படம் ஆகும். இப்படத்தில் விண்மீன்களில் பெரும்பகுதி ஒரு கோட்டை ஒட்டி இருப்பதைக் காணலாம். இப்பகுதிக்கு முதன்மை வரிசை முறை (Main sequence) என்று பெயர். படத்தில் காண்பது போல் பல விண்மீன்கள் முதன்மை வரிசை முறையிலிருந்து திரும்பியுள்ள பகுதியில் இருக்கும். இத்திருப்பம் வரைபடத்தில் நிகழும் இடம், கோளக்கூட்டத்தின் வயதைப் பொறுத்தது. இவை ஆயிரத்து நானூறுகோடி ஆண்டுகள் வயதானவை என்று அறிவிக்கின்றனர். இக்கோளக்கூட்டங்கள் அண்டத்தின் தோற்றத்திலிருந்து நூறுகோடி ஆண்டுகளுக்குள் தோன்றியவை என்று கொண்டால் அண்டத்தின் வயது ஆயிரத்தைந்நூறு கோடி ஆண்டுகள் ஆகிறது. காண்க, உடுக்கணப் படிமலர்ச்சி



படம் 1. கோளக்கூட்டு எம் 3-இன் எச். ஆர். வரிவடிவு ஒளித்திறனைச் சூரிய ஒளித் திறனாகிய அளவுகோலால் குறிப்பிடுவர். வெப்ப அளவு உயர்வு வலமிருந்து இடம் செல்வதை நோக்கவும்.

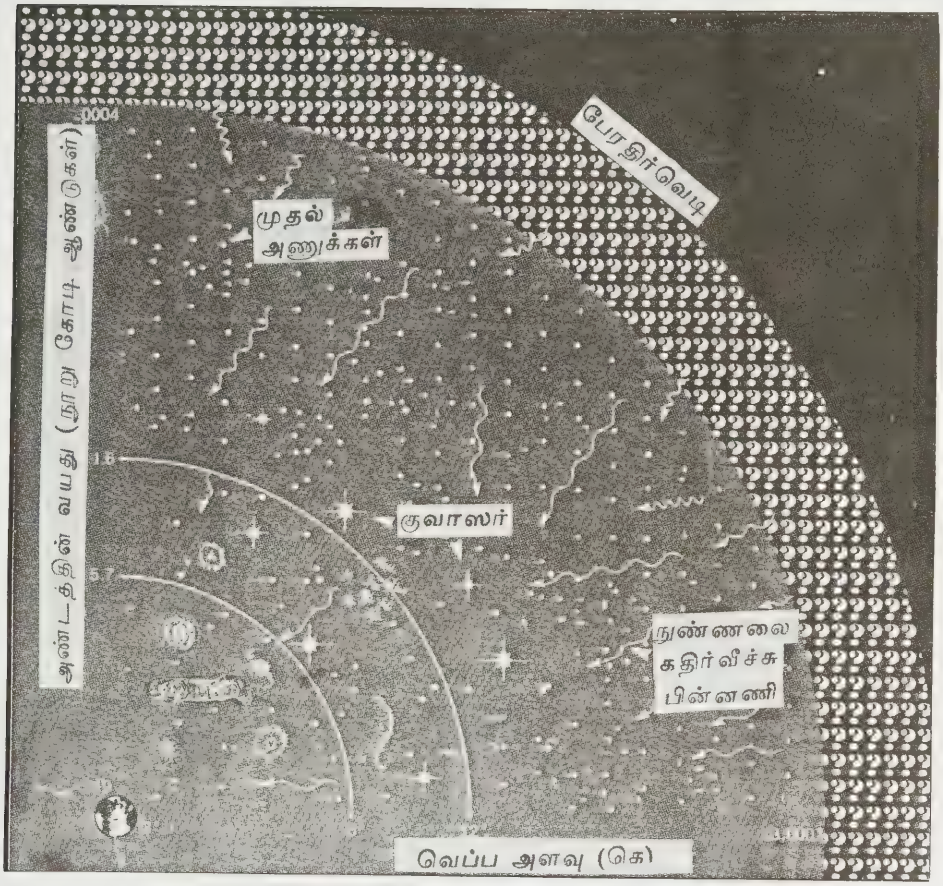
இ) **கதிரியக்க முறை**

காலப்போக்கில் கதிரியக்கத்தின் மூலம் ஒரு தனிமம் (element) மற்றொரு தனிமமாக மாறுகிறது. நீண்ட அரை ஆயுள் (half-life) உள்ள கதிரியக்கத் தனிமத்தின் தற்போதைய அளவிலிருந்து அண்டத்தின் வயதை நிர்ணயிக்கலாம். ரேனியம் (Rhenium) என்ற தனிமத்தின் அரை ஆயுள் ஆறாயிரம் கோடி ஆண்டுகள். இது ஆஸ்மியமாக (Osmium) மாறுகிறது. ஆகவே ஆஸ்மியம்/ரேனியம் விகிதம் அண்டத்தின் வயதைச் சார்ந்தது. ஆனால் இம்முறையில் உள்ள சிக்கல் ரேனியத்தின் அளவு தொடக்கத்தில் எவ்வளவு இருந்தது என்பதைக் கணிப்பது தான். மேலும் ரேனியத்தின் உற்பத்தி விண்மீன்களின் ஒரு தொடர்நிகழ்ச்சி. ஆகவே, ரேனியத்தின் உற்பத்தி அளவில் உள்ள உறுதியின்மை அண்டத்தின் வயதில் தெரியவரும். இம்முறையிலிருந்து அண்டத்தின் வயது ஆயிரத்துநூறு கோடி ஆண்டுகளிலிருந்து ஆயிரத்து எழுநூறு கோடி ஆண்டுகளுக்குட்பட்டது என்று அறிகிறோம்.

ஆகவே இம்மூன்று முறைகளும் அண்டத்தின் வயதைச் சுமார் ஆயிரத்தைந்நூறு கோடி ஆண்டுகள் எனக் குறிப்பதாகக் கொள்ளலாம். இந்த ஆயிரத்தைந்நூறு கோடி ஆண்டுகளில் பேரதிர்வெடியில் தோன்றிய ஒரே சீரான விரிவடையும் நெருப்புக்கோளத்தில் பல்வேறு அமைப்புகள் தோன்றியுள்ளன. இவற்றின் தோற்றம் பற்றிக் காண்பதற்கு அண்டத்தின் பிறப்பிலிருந்து தொடங்கி, சுமார் நானூற்றைம்பது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் ஞாயிற்றுக் குடும்பம் தோன்றியது வரை நடந்துள்ள நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிக் காணவேண்டும்.

பேரதிர்வெடிப்புக்குப்பின் 10^{-43} வினாடி

இதற்கு முந்திய நிகழ்ச்சிகள் பற்றிக் காண்பது தற்போது நமது இயற்பியலால் இயலாத செயல். இந்



படம் 2. அண்டத்தின் தோற்றுவாயிலிருந்து தற்பொழுது வரை நிகழ்ந்துள்ள அமைப்புகள். இடமிருந்து வலம்; அண்டத்தின் வெப்ப அளவு காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலிருந்து கீழாக அண்டத்தின் வயது நூறுகோடி ஆண்டுகள் அளவையில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

நேரத்தில் ஈர்ப்பு விசை பேரதிர் வெடியின் பொழுது இருந்த ஒரே விசையிலிருந்து தனித்துப் பிரிவுபட்டதாகக் கணிக்கலாம். இப்பொழுது அண்டத்தின் விட்டம் சுமார் 10^{-30} மீ. அதனுடைய வெப்ப அளவு $10^{32°}$k. இன்னும் அண்டம் விரிவடைந்து குளிர்ந்து கிறது.

பேரதிர் வெடிப்புக்குப்பின் 10^{-35} வினாடி

வீங்கிய அண்டம் உருவாகிறது. இப்போது அண்டம் 10^{-26}மீ. அளவுக்கு விரிவடைந்து குளிர்ந்து வருகிறது. ஆயினும் அண்டத்தின் நிலை முன்போல் உள்ளது. ஆகவே உள்ளுறை வெப்பம் (Latent heat) காரணமாக அண்டம் பெருவீக்கம் அடைகிறது. தற்பொழுது ஆற்றல் குவார்க் மின்னணு போன்ற நுண்துகள்களாகவும் (Quark, electron like particles), அவற்றின் எதிர் மறைத் துகள்களாகவும் (Antiparticles) அமைகின்றது. அப்பொழுது வீக்கம் காரணமாக ஒரு டென்னிஸ் பந்து அளவு விரிவடைந்தது. அப்பொழுது அண்டத்தின் வெப்ப அளவு$10^{28°}$k ஆகும்.

பேரதிர் வெடிப்புக்குப்பின் 10^{-32} வினாடி

இப்பொழுது வீக்கநிலை முடிகின்றது. அண்டம் ஒரே சீரான பொருள் - எதிர்பொருள் (Antimatter), கதிர்வீச்சு கொண்ட கூட்டாகத் தோற்றமளிக்கிறது. இப்பொழுது வெப்ப அளவு $10^{27°}$k ஆகும்.

பேரதிர் வெடிக்குப்பின் 10^{-6} வினாடி

அண்டம் இப்பொழுது ஞாயிற்றுக் குடும்பம் அளவு விரிவடைந்துள்ளது. இப்போது வெப்ப அளவு $10^{13°}$k குவார்க்குகள், புரோட்டான்களாகவும் நியூட்ரான் களாகவும் மாறுபடுகின்றன. பொருளும் எதிர்ப் பொருளும் சேர்ந்து அழிந்து ஆற்றலை உருவாக்கு கின்றன. ஆனால் பொருள் சற்றே அதிகமாக இருப்பதன் காரணமாகப் பொருளால் ஆகிய அண்டம் உருவாகிறது.

பேரதிர் வெடிப்புக்குப்பின் 3 நிமிடங்கள்

அண்டம் தற்பொழுது விரிவடைந்து நூறு கோடி ($10^{9°}$k) வெப்ப அளவுக்குக் குளிர்ந்துள்ளது. இப்பொழுது புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் சேர்ந்து டியூட்டீரியம் (Deuterium), ஹீலியம் 3, ஹீலியம் 4, லித்தியம் என்ற மூலகங்களின் உட்கருக்களாக மாறுகின்றன. ஆனால் இன்னும் வெப்ப அளவு அதிகமாக இருப்பதால் மின்னணு மூலங்களின் உட்கருவோடு

சேர்ந்து மூலகங்களின் அணுக்களாக மாற இயல வில்லை.

பேரதிர் வெடிப்புக்குப்பின் நூறாயிரம் ஆண்டுகள்

இப்போது வெப்ப அளவு 3000° k ஆகவே மின்னணுக் கள் மூலகங்களின் உட்கருக்களோடு இணைந்து அணுக் களாக மாறுகின்றன. கதிர்வீச்சு இப்போது தடை யின்றி அனைத்துத் திசைகளிலும் வீசுகின்றது.

மேற்கண்ட நிகழ்ச்சிகளுக்குப்பின் சுமார் நூறு கோடி ஆண்டு அளவில் குவாசர்களும் தோன்றித் தற்பொழுது நாம் காணும் அண்ட அமைப்புகளாக மாறுகின்றன.

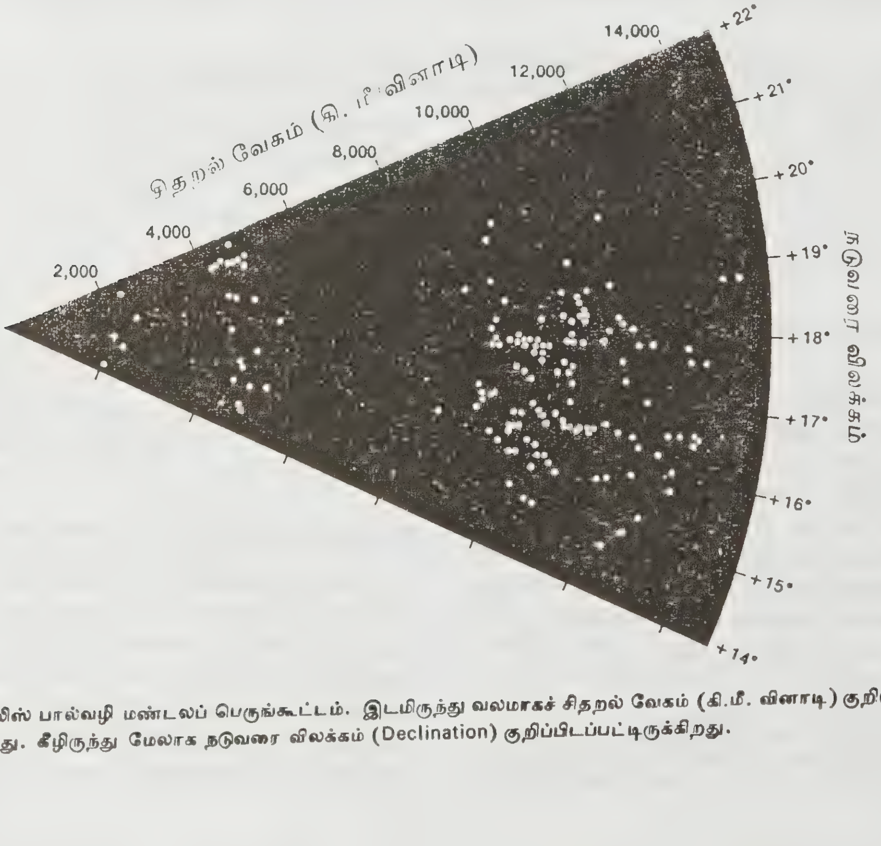
பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகள்

முதலில் தோன்றிய அமைப்புகள் பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகளா, பால்வழி மண்டலங்களா என்பது பற்றிய கருத்து வேறுபாடு நிலவி வருகிறது. இவ்வமைப் புகள் தோற்றுவதற்கான காரணம் விரிவடையும் சீரான அண்டத்தில் தோன்றும் உளைச்சல்களே (fluctuations). இவ்வுளைச்சல் அண்டத்தின் பகுதிகளில் நிலவும்பொழுது ஈர்ப்பு விசை காரணமாக ஒன்று சேர்ந்து அமைப்புகளாக மாறுகின்றன. உளைச்சல்கள் பெருமளவு இருப்பின் பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சு கள் தோன்றி அவை ஈர்ப்புவிசை காரணமாகச் சுருங்கும் பொழுது பிளவு பட்டுப் பால்வழி மண்டல முடிச்சு களும் பால்வழி மண்டலங்களும் தோன்றுகின்றன என்பது ரஷ்ய அறிஞர்களின் கோட்பாடு. ஆனால் முதன் முதலில் தோன்றியவை கோளக்கூட்டங்கள் தாம். அவை ஒன்று சேர்ந்து பால்வழி மண்டலங் களாகின்றன. இப் பால்வழி மண்டலங்கள் பின்னர் ஒன்று சேர்ந்து பால்வழி மண்டல முடிச்சுகளும், பெரும் முடிச்சுகளும் உருவாகின்றன என்பது மற்றொரு கோட்பாடு. இவ்விரு கோட்பாடுகளில் எது சரியா யினும் அண்டத்தின் அமைப்புகள் உருவாகியுள்ளன. இவற்றை, படம் 3, 4, 5 இல் காணலாம்.

பரம்பரை அமைப்புகள்

தற்போது கண்டறியப்பட்ட அமைப்புகளுள் மிகப் பெரிய அமைப்பு பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகள் ஆகும். இவை சுமார் பத்துக்கோடி ஒளி ஆண்டுகள் (அதாவது 10^{26}) விட்டமுடையன. இப் பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகள் ஒரு சங்கிலித் தொடர் போல அமைந்திருப்பதாக அண்மைக்கால ஆராய்ச்சிகள் தெரிவிக்கின்றன. இதனைப் படம் 3 இல் காணலாம். இப்பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுத் தொடரின் வெளிப்பகுதி வெற்றிடமாகும்.

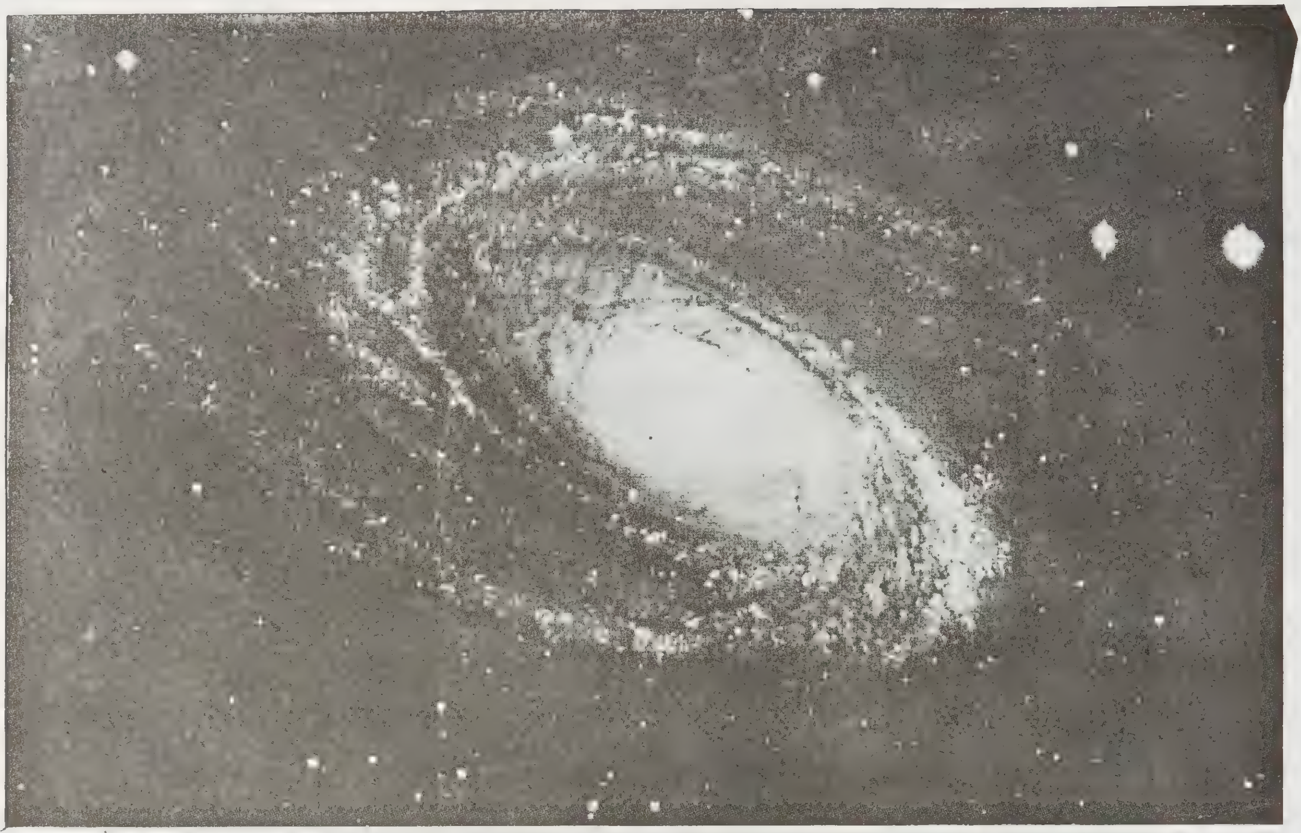
பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகளுக்கு அடுத்தபடி யான அமைப்பு பால்வழி மண்டல முடிச்சுகள் (படம்- 4). இம்முடிச்சுகளில் இரண்டிலிருந்து நூறு பால்வழி மண்டலங்கள் வரை இருக்கலாம். இதன் அளவு சுமார் முந்நூறாயிரம் ஒளி ஆண்டுகள் இருக்கும்.



படம் 3. ஹெர்குலிஸ் பால்வழி மண்டலப் பெருங்கூட்டம். இடமிருந்து வலமாகச் சிதறல் வேகம் (கி.மீ. வினாடி) குறிப்பிடப்பட் டிருக்கிறது. கீழிருந்து மேலாக நடுவரை விலக்கம் (Declination) குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது.

படம் 4. பால்வழி மண்டலக் கூட்டம்: கோமாவின் ஒரு பகுதி

இதனை அடுத்த அமைப்பு பால்வழி மண்டலங்கள். இவை சுமார் ஐம்பாதாயிரம் ஒளி ஆண்டுகள் அளவுள்ள விண்மீன்களும், வளிமங்களும், தூசிகளும் கொண்ட அமைப்புகள். இவை நமது பால்வழி (Milky way) போன்ற சுருளிப்பால்வழிமண்டலமாகவோ (படம் 5), நம் அருகாமையில் உள்ள மெகலன் முகில் போன்ற உருவமற்ற பால்வழி மண்டலமாகவோ, எம் 87 போன்ற நீள் வட்டப்பால்வழி மண்டலமாகவோ இருக்கலாம். இவற்றின் நிறை சுமார் ஈராயிரம் கோடி சூரிய நிறையிலிருந்து ($2 \times 10^{11} M_{\circ}$) முப்பதாயிரம் கோடி சூரிய நிறை($3 \times 10^{12} M_{\circ}$) வரை இருக்கலாம்.



படம்-5 சுருளிப்பால்வழி மண்டலம் (Spiral Galaxy)

படம்-6· திறந்த கூட்டம் 'கிருத்திகை'

பால்வழி மண்டலங்களுக்கு அடுத்த அமைப்பு விண்மீன் முடிச்சுகளாகும். பல விண்மீன்கள் ஈர்ப்பு விசையால் ஒன்றுபட்டுள்ள இம்முடிச்சுகள் இருவகைப்படும். ஒன்று 'கிருத்திகை' முடிச்சு போன்ற திறந்த கூட்டங்கள் (படம் 6). இவை சுமார் 6×10^{13}மீ. முதல் 4.5×10^{4}மீ. அளவுள்ளவை. இதனில் ஆயிரக்கணக்கான விண்மீன்கள் அடங்கும். இவை யாவும் ஒரே நேரத்தில் தோன்றியவையாகக் கொள்ளப்படுவதால் விண்மீன்கள் வளர்ச்சி பற்றி அறிய இவை மிகவும் பயன்படுகின்றன.

விண்மீன் முடிச்சுகளின் மற்றொரு வகை கோளக் கூட்டங்கள் (படம் 7). இவற்றில் ஆயிரத்திலிருந்து நூறாயிரக்கணக்கான விண்மீன்கள் அடங்கும். இவற்றின் அளவு 3×10^{14} மீ. முதல் 3×10^{15} மீ. வரை இருக்கும். இவை யாவும் மிகவும் அடர்த்தியாக விண்மீன்களைக் கொண்டிருப்பதால் கோளவடிவமாக இருக்கின்றன.

இம்மாதிரி ஆயிரக்கணக்கான விண்மீன்களை உள்ளடக்கிய முடிச்சுகள் தவிரப் பல விண்மீன்களை ஒருங்கே கொண்ட விண்மீன் இணைப்புகள் (association), மூன்று விண்மீன்கள் கொண்ட அமைப்புகள், இரட்டை விண்மீன்கள் கொண்ட இரட்டையர்கள் (Binaries) ஆகிய பல அமைப்புகள் விண்மீன் பரம்பரைகளிலே உண்டு. இவ்விண்மீன்களை அடுத்த அமைப்பு நமது ஞாயிற்றுக் குடும்பம் போன்ற கோள் அமைப்புகள் உள்ள விண்மீன்கள். இதுவரை ஞாயிற்றுக் குடும்பம் தவிர இதுபோன்ற கோள் அமைப்புகள் (Planetary system) உடைய விண்மீன் கண்டுபிடிக்கப் படவில்லை. ஆனால் நமது ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தில் 9 கோள்களும் அவற்றைச் சுற்றிவரும் துணைக்கோள்

படம்-7. கோளக்கூட்டம் எம் 13

களும், சில கோள்களைச் சுற்றி இருக்கும் மோதிர வடிவமான அமைப்புகளும் உள்ளன.

மேலே கூறப்பட்ட அமைப்புகள் யாவும் சுழல்கின்றன. இச்சுழற்சியின் தோற்றுவாய் இவ்வமைப்புகளின் தோற்றுவாயோடு இணைந்துள்ள ஒன்று.

சுழற்சியும் கோண உந்தமும்

அண்டத்தில் உள்ள அமைப்புகள் யாவும் சுழல்கின்றன. புவி தன்னைத் தானே 24 மணி நேரங்களில் சுற்றிக்கொள்கிறது. துணைக்கோள்கள் கோள்களைச் சுற்றி வருகின்றன. ஞாயிற்றுக்குடும்பம் நமது பால்வழி மண்டல மையத்தைச் சுமார் 24 கோடி ஆண்டுகளில் சுற்றிவருகிறது. அதாவது அது தன்னைத் தானே சுற்றி வருகிறது. நமது பால்வழி மண்டலம் போன்று மற்ற பால்வழி மண்டலங்களும் சுற்றி வருகின்றன. இச்சுழற்சியும் கோண உந்தமும் இவற்றின் தோற்றத்திலிருந்து உண்டாகியவை.

அமைப்புகளின் தோற்றுவாய்

பேரதிர்வெடியில் தோன்றிய கதிர்வீச்சின் தற்பொழுதைய நிலையிலிருந்து அண்டம் ஒரே சீரான அமைப்புள்ளது என்று அறிகிறோம். இந்த ஒரே சீரான அமைப்புகளில் அலைபாயும் தன்மை காரணமாக உளைச்சல்கள் எழுகின்றன. உளைச்சல்கள் சிறு திவலைகளாக மாறுகின்றன. இச்சிறு திவலைகள் தங்கள் நிறையினால் ஏற்படும் ஈர்ப்புவிசை காரணமாக ஒன்றோடொன்று இணையப் பார்க்கின்றன. ஆனால் அலைபாயும் தன்மை காரணமாக இவ்வ ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலக முயல்கின்றன. ஆகவே அலைபாயும் விசைக்கும் ஈர்ப்புவிசைக்கும் உள்ள போட்டியில் ஈர்ப்புவிசை வெற்றி பெற்றால்தான், திவலைகள் நாம் தற்பொழுது காணும் அமைப்புகளாக மாற இயலும். நிறை அதிகமாக அதிகமாக ஒரு பெரிய நிறையுள்ள நிலையில் ஈர்ப்புவிசை மிக அதிகமாகும். இந்நிலையில் திவலைகள் ஒன்று சேர்ந்து அமைப்புகளாக மாறுகின்றன. இவை நாம் காணும் அமைப்புகளின் வித்துகள் (Seed like sources) எனக் கொள்ளலாம்.

இத்திவலைகள் தோன்றக் காரணமான விசை பற்றித் திட்டவட்டமாகக் கூற இயலவில்லை. பேரதிர்வெடியில் தோன்றிய அண்டத்தின் முதல் 10^{-35} வினாடிகளில் ஈர்ப்புவிசை தனிப்பட்டது என்று கண்டோம். அம்மாதிரியே நுண்ணணுக்களை இணைக்கும் பலத்த விசை முதல் வினாடிக்கு முன்பே தனிப்பட்டது. இப்படி பலத்த விசை தனிப்படும்போது நூலிணை போன்ற அமைப்புகள் தோன்றலாம். இந்நூலிணை அமைப்புகளின் அசைவுகளால் தோன்றும் விசையே திவலைகளின் தோற்றத்திற்குக் காரணம் எனப் பெரும்பாலோரால் ஏற்கப்படுகிறது. இவ்வாறு தோன்றும் அமைப்புகளின் நிறை பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகளில் நிறையளவு இருக்கும். இந்தப் பெருமுடிச்சுகள் அளவுள்ள வளிமத் திவலைகள் ஈர்ப்புவிசை காரணமாகச் சுருங்கும்பொழுது பிளவுபட்டுப் பால்வழி மண்டலங்களில் உள்ள வளிமத் திவலைகள் ஒன்று சேர்ந்து, உடுக்கணத்து இடை முகில் (Interstellar cloud) ஆகின்றன. இம்முகில்களிலிருந்து விண்மீன்கள் தோன்றுகின்றன. விண்மீன்கள் தோன்றும்பொழுது கோள்களும் தோன்றலாம்.

அலைபாயும் உளைச்சல் காரணமாகக் கோண உந்தம் தோன்றி இருக்கலாம். மேலும் வித்துப் பால் வழி மண்டலங்கள் ஒன்றோடொன்று செயல்படும் பொழுது, கடலலைகள் நிலாவின் ஈர்ப்பு காரணமாகத் தோன்றுவது போல், ஒரு வித்துப் பால்வழி மண்டலம் மற்றொரு வித்துப் பால்வழி மண்டலத்தைச் சுழலச் செய்யும். ஆகவே அமைப்புகள் ஒரு சுழலும் வளிம உருண்டையிலிருந்து சுருங்கும்போது தோன்றியவை எனக் கொள்ளலாம்.

பால்வழி மண்டலத் தோற்றுவாய்

ஒரு பால்வழி மண்டலம் அளவு பரிமாணமுள்ள சுழலும் வளிம உருண்டை ஈர்ப்புவிசை காரணமாகச் சுருங்கும்போது இரண்டு விதமான அமைப்புகள் தோன்றலாம். சுழலும் வளிம உருண்டையினுள் விண் மீன்கள் உருவாகி இருப்பின் இவ்விண்மீன்கள் ஒன்று பட்ட செயல்பாட்டின் காரணமாக ஒரு சுழலும் வளிம உருண்டை நீள்வட்டப் பால்வழி மண்டலமாக (Elliptic Galaxy) மாறும் என்று அறிஞர்கள் கண்டறிந் துள்ளனர். இம்மாதிரியே எம். 87 போன்ற நீள்வட்டப் பால்வழி மண்டலங்கள் தோன்றியுள்ளன. அவ்வாறு விண்மீன்கள் தோன்றக் காலதாமதமாயின் சுழலும் வளிம உருண்டை ஒரு தட்டையான வடிவமைப்பைக் கொள்ளும். இதனுடைய மையத்தில் விண்மீன்கள் நிறைய உண்டாகிக் கோண உந்தம் பகிர்தல் காரண மாகச் சுருளிப்பால்வழி மண்டலமாக (Spiral galaxy) மாறும். இவ்வாறுதான் நமது பால்வழி போன்ற சுருளிப் பால்வழி மண்டலங்கள் தோன்றியுள்ளன.

விண்மீன் முடிச்சுகளின் தோற்றுவாய்

பால்வழி மண்டலத்தில் விண்மீன்கள், வளிமங்கள், தூசிகள் போன்றவை உள்ளன. மேலும் உடுக்களின் இடைவெளியில் (Interstellar space) வளிமங்களும், தூசியும் சேர்ந்த முகில்கள் உள்ளன. இம்முகில்களின் அடர்த்தி சுமார் 5×10^{-21}கி/க.செ.மீ. சாதாரணமாக 10-30 ஒளி ஆண்டுகள் (அல்லது $10^{13} - 3 \times 10^{19}$செ.மீ) அளவு இருக்கும். உள்ளிட வெப்ப அளவு சுமார் $10°$k ஆகும். மிருகசீரிடக் கூட்டம் இம்முகிலுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. இம்முகில்களே விண்மீன்களின் தாய் எனக் கொள்ளலாம்.

ஈர்ப்புவிசை காரணமாக இம்முகில் சுருங்கத் தொடங்கும். அப்படிச் சுருங்கும்போது உள்ளே இருக் கின்ற தூசி வெளியிலிருந்து வீசும் கதிர்வீச்சைத் தடுத்துவிடுகின்றது. மேலும் உள்ளே இருக்கின்ற காந்தப்புலன்கள் அண்டக் கதிர்களை (Cosmic rays) உள்ளேவிடாமல் தடுக்கின்றன. கார்பன் மோனாக் சைடு போன்ற மூலக்கூறுகள் (Molecules) ஒரு மி.மீ. நீளமுள்ள அலைகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. இவை காரணமாக முகில் குளிர்ந்து விடுகிறது. அதனால் ஈர்ப்புவிசை மிகவும் எளிதாக முகிலைச் சுருங்கச் செய் கிறது.

காந்தப்புலன் முகில் சுருக்கத்தில் பெரும்பங்கு ஏற் கிறது. காந்தப் புலனைத் தடுத்தாட்கொள்ளும் எந்த நிகழ்ச்சியும் நிகழாதவரை முகில் ஒன்றாகவே சுருங்கி வரும். ஆனால் முகிலின் உள்ளடர்த்தி 10^{-16}கி/க. செ.மீ. ஆகும்பொழுது மின்னோட்டம் தடைப்படுவ தால் காந்தப்புலன் அமைப்பு காரணமாக முகில் பிளவு படுகிறது. பல துண்டங்களாகி ஒவ்வொரு துண்டமும் விண்மீன்களாக மாறும். ஆகவே விண்மீன்கள் கூட்டங்களாகவே தோன்றுகின்றன நூறாயிரக்கணக் கான விண்மீன்களின் கூட்டம் அவற்றின் இடையே உள்ள இடையீட்டு வினையின் (Interaction) காரண மாகக் கோளக்கூட்டங்களாக மாறுகின்றன. அவ் வாறின்றிக் கார்த்திகைக் கூட்டம் போன்று பலநூறு விண்மீன்களைக் கொண்டு சில திறந்த கூட்டமாக மாறு கின்றன.

இரட்டையரின் தோற்றுவாய்

சுழலும் வளிம உருண்டை சுருங்கும்பொழுது இரு நிகழ்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சிகளுக்குக் காரணம் கோண உந்தத்தின் அழியாமை (Conservation of angular momentum). முதலில் துருவப் பகுதிகளில் இந்த வளிம உருண்டை தட்டையாகிறது. இரண்டா வதாக வளிம உருண்டை மேலும் மேலும் வேகமாகச் சுழலத் தொடங்குகிறது. இதன் காரணமாக எழும் மைய விலக்குவிசை (Centrifugal force) வளிம உருண் டையின் தட்டையான நடுப்பகுதியைச் சுற்றி ஒரு தட்டு வடிவில் வளிமங்களைப் பரப்பிவிடுகிறது. சாதாரண மாகத் தற்பொழுது தட்டையான நடுப்பகுதி சுமார் 2 கோடி கி.மீ. அளவுள்ளதாக இருக்கும். தட்டின் தோற்றம் சுழலும் வேக வளர்ச்சியைத் தடுக்கிறது. தற்பொழுது கோண உந்தம் தட்டையான நடுப்பகுதிக் கும், தட்டிற்கும் இடையே பகிர்ந்து கொள்ளப்படு கிறது. ஆகவே தட்டும் சுழல ஆரம்பிக்கிறது. ஆனால் நடுத்தட்டைப் பகுதி சுருங்கச் சுருங்கச் சுழலும் வேகம் அதிகரிக்கிறது. ஆகவே தட்டின் நிறை மேலும் மேலும் அதிகரிக்கிறது. சுழலும் வளிம உருண்டையின் மொத்த நிறையில் மூன்றில் ஒரு பங்கு தற்பொழுது தட்டில் இருக்கிறது. நடுத்தட்டையான பகுதி ஒரு விண்மீனாக வும், தட்டு ஒரு விண்மீனாகவும் மாறி இரட்டையாக ஆகிவிடுகின்றன.

ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் தோற்றுவாய்

ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் தோற்றுவாயும் இரட்டை விண்மீன்களின் தோற்றுவாய் போலவே தொடங்கு கிறது. ஆனால் பல முக்கியமான வேறுபாடுகளுடன் வளர்கிறது. நடுத்தட்டையான பகுதியும் தட்டுப் பகுதியும் உண்டான பிறகு காந்தப் புலன்களின் சில விளைவுகளினால் கோள்களும் துணைக்கோள்களும் உருவாகும் சூழ்நிலை உண்டாகிறது. மேலும் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மையமான ஞாயிறு, ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மொத்த நிறையில் 99 விழுக் காடு நிறை கொண்டுள்ளது. மற்ற அனைத்துக்

கோள்களும் சேர்ந்து 1 விழுக்காடு நிறைதான் உள்ளது. ஆனால் கோண உந்து வேகமோ கோள்களின் கூட்டங்களில் மிக அதிகமாக உள்ளது. ஞாயிற்றின் சுழல் உந்து வேகம் மிகக் குறைவு. இதற்குக் கீழ்க்கண்ட நிகழ்ச்சிகள் உதவுகின்றன. நாம் மையத்திலிருந்து தட்டைப்பகுதி வழியாகத் தட்டுப்பகுதி வரை காந்தப் புலனை ஒரு நேர்கோடு போல் கொள்வோம். ஆனால் சுழற்சியின் காரணமாக இந்தக் காந்தப் புலன்கோடு வளையும். இந்த வளைந்த காந்தப் புலன்கோடு மீண்டும் நிமிர்ந்து நேராக முயலும். இம்முயற்சியினால் இரு விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. முதற்கண் நடுத்தட்டைப் பகுதியின் சுழல் வேகத்தை இந்த காந்தப்புலக்கோடு கட்டுப்படுத்துகிறது; இதனால் தட்டுப்பகுதிக்கு நடுத்தட்டைப் பகுதியிலிருந்து செல்லும் பொருளைத் தடுக்கிறது. அதாவது நடுத்தட்டைப்பகுதி பின்னர் விண்மீன் (ஞாயிறு) ஆகும் போது வளிம உருண்டையின் அதிகமான நிறையைக் கொண்டிருக்கும். இரண்டாவதான தட்டுப் பகுதிக்குச் சுழல் உந்து வேகத்தை மாற்றி விடுவதால் தட்டுப்பகுதிகள் சுழன்று நடுத்தட்டைப் பகுதியை விட்டு விலகிச் செல்லும். இவ்வாறு ஞாயிற்றுக்கும் மற்ற கோள்களுக்கும் இடையே இடைவெளி உண்டாக்கப்படுகிறது. தட்டுப்பகுதிகள் கோள்களாக மாறுகின்றன. இம்மாற்றத்தில் வேதியியல் செயல் முறைகள் முக்கியப் பங்கு ஏற்கின்றன.

தட்டையான மையப்பகுதியும் தட்டுப்பகுதியும் தோன்றிய பொழுது தட்டின் வெப்ப அளவு 4000°k ஆகும். பின்னர் தட்டு வெளியில் விலக விலகத் தட்டின் வெப்ப அளவும் குறைந்து கொண்டே வரும். அப்போது தட்டினுடைய வளிமங்கள் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகத் திடப்பொருள் நிலைக்கு மாறத் தொடங்குகின்றன. மிக அதிகமான கொதிநிலை உள்ள இரும்பு மக்னீசியம் ஆக்சைட், கால்சியம், டைடேனியம் ஆக்சைட், அலுமினியம் ஆக்சைட் போன்ற பொருள்கள் முதலில் திடநிலையை அடைகின்றன. ஆகவே ஞாயிற்றின் அருகாமையிலுள்ள பகுதிகள் முதலில் திட நிலைக்கு வரும். இத்திடப் பொருள்கள் ஒன்று சேர்ந்து கோள்களாகத் தொடங்குகின்றன. இவ்வாறு தோன்றிய கோள்களே புதன், வெள்ளி, புவி, செவ்வாய் முதலியன. அதே நேரத்தில் தட்டில் உள்ள வளிமங்கள் மையத்தைவிட்டு விலகிச் சென்று குளிர்ந்து வருகின்றன. வியாழன், சனி, உரேனஸ், நெப்ட்யூன் போன்ற கோள்கள் உள்ள இடங்களில் வளிமங்கள் திடப்பொருள்களாக மாறியுள்ளன.

அடுத்து, துணைக்கோள்கள் எப்படித் தோன்றின என்ற கேள்வி எழுகின்றது. இவை கோள்கள் தோன்றியது போலவே கோள்களைச் சுற்றிய வளிமண்டல நிலை மாற்றங்களில் தோன்றுகின்றன.

தொடக்கத்தில் ஞாயிறு அளவு நிறையுள்ள வளிமங்கள் ஈர்ப்புவிசை காரணமாகச் சுருங்கத் தொடங்குகின்றன. இப்பொழுது அதன் அளவு 10^{15} மீ.; அடர்த்தி 10^{13} கி/க. செ.மீ.; வளிம உருண்டை சுருங்கச் சுருங்க உள்ளடர்த்தி அதிகமாகிறது. அதோடு வெப்பநிலையும் அதிகமாகிறது. இப்பொழுது அடர்த்தி அதிகமாக இருப்பதன் காரணமாக அணுக்கள் வெளிப்படுத்தும் கதிர்கள் வெளியே செல்ல இயலாமல் உள்வெப்பநிலையை ஏற்கின்றன. இதனால் உண்டான அழுத்தம் ஈர்ப்பு விசையை எதிர்த்து நிற்க இயலும். இதனால் சுருங்கும் வேகம் சற்று குறைகிறது. இப்பொழுது வெப்ப அளவு உருண்டையின் மேற் பரப்பில் 4000°k ஆகியிருக்கிறது. இந்த நிலையில்தான் கோள் தட்டுகள் தோன்றின. ஆனால் உள் வெப்பநிலை அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. ஒரு கோடி டிகிரி அளவுக்கு அதிகமாக வெப்ப அளவு ஆகும்பொழுது நான்கு அய்ட்ரசன் அணுக்கள் சேர்ந்து ஹீலியமாக மாறும். இந்த நிகழ்ச்சியின் மூலம் வெளிப்படும் ஆற்றல் ஈர்ப்பு விசையை எதிர்த்து நிற்க உதவும். ஆகவே இப்பொழுது வளிம உருண்டை ஒரு சமநிலையை அடைகிறது. அதாவது ஈர்ப்புவிசையை எதிர்த்து நிற்க அணு ஆற்றல் உள்ளிருந்து வெளிப்பட்டு ஒளியாக வெளிப்படுகிறது. இதுவே விண்மீனிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளியாகும்.

எஸ்.இரா.

நூலோதி

1. **Narlikar, J.V,** *Structure of the Universe*, 1981.
2. **Mc. Graw-Hill** *Encyclopaedia of Astronomy* 1977
3. *Science Today*, Dec. 1981,
4. **Rick Gore**, *National Geographical Magazine* June 1983, P. 704.

அண்டம்

அண்டம் (Universe) என்ற சொல், பாறைகள் (Rocks), உலோகங்கள் (metals), வளிமங்கள் (Gases) தூசுகள் (dusts), விலங்குகள் (Animals), மக்கள், விண்மீன்கள் (stars), சூரிய குடும்பம் (Solar system), மேலும் நினைத்துப் பார்க்கக் கூடிய அனைத்துப் பொருள்களையும் உள்ளடக்கியது என்று பொருள்படும். இருந்தபோதிலும் வானியல் அறிஞர்கள் இதனை விண்பொருள்கள் (Celestial body) அனைத்தும் உள்ளடக்கிய வெளி (space) என்ற பொருளில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

அண்டம் முழுவதிலும் பரவியிருக்கும் விண்மீன்களின் மிகப்பெரிய தீவு போன்ற அமைப்புகள், பால்வழி மண்டலங்கள் (Galaxy) எனப்படும். இதுபோன்ற பால்வழி மண்டலம் ஒன்றில் நமது சூரியனும் ஓர் உறுப்பாகும். புவியும் மற்ற கோள்கள் போன்றவையும் சூரிய குடும்பத்தில் உள்ளதால் அவையும் பால்வழி மண்டலத்தின் ஒரு பகுதியாகும்.(படம்.1)

பால்வழி (Milkyway) இரவு நேரங்களில் வானத்தில் வெண்மையாகப் பால்போன்று வளையமாகத் தோன்றும். பால் போன்று வெண்மையாக இருப்பதால் இதனைப் பால்வழி என்று அழைக்கின்றனர். பல நூற்றாண்டுகளாக இதனைப் பால்வழி மண்டலம் என்றும் அழைத்து வருகின்றனர். இதுபோன்ற பால்வழி மண்டலங்களில் ஒன்றை நாம் எளிதில் காணலாம். ஆந்திரமேடா (Andromeda) விண்மீன் குழுவை உற்றுநோக்கினால் அதன் அருகில் வெண்மையான பகுதியைக் காணலாம். இது ஒரு பால்வழி மண்டலமாகும். மேலும் வளிமங்களின் முகில்கள் (Clouds) வெண்மையாக, துண்டாக, ஆந்திரமேடாவின் மற்றொரு பக்கத்தில் தோன்றும். இதுஒண்முகிற்படலம் அல்லது நெபுலா (Nebula) எனப்படும். ஓர் இரு நோக்கி (Binocular) மூலம் மான்தலை விண்மீன் குழுவை (Orion) நோக்கினால் அதன் அடியில் ஒண்முகிற்படலம் காணப்படும். இது காண்பதற்கு முகில்கள் கூட்டம் போல் தோன்றும்.

நமது பால்வழி மண்டலம் (பால்வழி): பால்வழிகளின் ஒளி பல மில்லியன் விண்மீன்களின் ஒளி ஒன்றிணைந்தது. (படம்-2). ஒரு விண்மீனிலிருந்து மற்றொரு விண்மீனுக்குப் பயணம் செய்யும்போது இரு விண்மீன்களுக்கு இடையே உள்ள வெளியை நோக்கினால் எதுவும் காண இயலாது. ஏனென்றால் மிகவும் மெல்லிய அளவில் உடுக்கண இடைவெளியில் பொருள்கள் பரவியுள்ளன. இந்தப் பொருள்கள் உடுக்கண இடைவெளிப் பொருள்கள் (Interstellar matter) எனப்படும். நமது பால்வழி மண்டலத்திற்கு அப்பால் மில்லியன் கணக்கான பால்வழி மண்டலங்கள் உள்ளன என்று தொலைநோக்கியின் உதவியால் வானியல் அறிஞர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளனர். பால்வழி மண்டலங்களில் பல வகைகள் உள்ளன. காண்க, பால்வழி மண்டலம்.

கதிர்வீச்சு அண்டம் (Radio Universe): அண்டத்தில் சில பொருள்கள் வெகு தொலைவில் உள்ளதால் அவற்றை மிகவும் அதிகத்திறன் வாய்ந்த தொலைநோக்கியால்கூடக்காணஇயலாது. ஆனால் கதிர்வீச்சுத் தொலைநோக்கியைப் பயன்படுத்தி அவற்றின் தன்மைகளைக் கண்டறியலாம். இது கதிர்வீச்சுப் பால்வழி மண்டலத்தைக் காண்பதற்காக உருவாக்கப்பட்டது. இந்தப் பால்வழி மண்டலங்கள் ஒழுங்கற்ற வெடிக்கக் கூடிய பால்வழி மண்டலங்களாகும். இவை வெடிக்கும் போது ஒளி, வெப்பம், எக்ஸ்-கதிர், கதிர் வீச்சு அலைகள் (Radio waves) போன்றவை உண்டாகின்றன. 1963ஆம் ஆண்டு குவாசர் (Quasar) என்ற பொருளை இத்தொலை நோக்கியின் உதவியால் கண்டறிந்தனர். சில வானியல் அறிஞர்கள் இதனை இளைய பால்வழி மண்டலம் (Young Galaxy) என்றும், சுருளிப் பால்வழி மண்டலமாக (Spiral Galaxy) இது மாறக் கூடும் எனவும் கருதினர். காண்க, கதிர்வீச்சுத் தொலைநோக்கி.

விரிவடையும் அண்டம் (Expanding Universe): பால்வழி மண்டலம் மிகப் பரந்த பகுதியாதலால் அது நகர்தலைக் காண இயலாது. ஆனால் அலைமாலைக் காட்டி (Spectroscope) என்ற கருவியின் துணைகொண்டு அது நகர்வதைக் காணலாம். இரண்டு அமெரிக்க அறிஞர்கள் இணைந்து வெகு தொலைவில் உள்ள பால்வழி மண்டலங்களின் செம்பெயர்ச்சி (Red shift) மிக அதிகமாக இருக்கும் எனவும், அதன் மூலம் பால்வழி மண்டலங்கள் நம்மை விட்டு விரைவாக நகர்ந்து செல்கின்றன எனவும் கண்டறிந்தனர். (படம்-3) காண்க, செம் பெயர்ச்சி.

அனைத்துப் பால்வழி மண்டலங்களும் நம்மைவிட்டு நகர்வதால் நாம் அண்டத்தின் மையத்தில் இருக்கின்றோம் என்பது இதன் பொருள் அன்று. எடுத்துக்காட்டாகப் பல புள்ளிகளைக் கொண்ட பலூன் ஒன்றில் காற்று நிரப்பப்படும்போது, அதன் புறப்பரப்பு விரிவடைவதால், ஒவ்வொரு புள்ளியிலிருந்தும் மற்ற புள்ளிகள் நகர்ந்து செல்வது போல் தோன்றும். இதில் ஒவ்வொரு புள்ளியும் ஒரு பால்வழி மண்டலம் என நினைத்துக் கொண்டால் இதன் பொருள் நன்கு விளங்கும். இதிலிருந்து அண்டத்திற்கு எந்த ஒரு பால்வழி மண்டலமும் மையமாக அமையாது என்பதை அறியலாம்.

பால்வழி மண்டலங்கள் மிக விரைவாக நம்மைவிட்டு நகர்கின்றன. மிக அண்மையில் உள்ள பால்வழி மண்டலம் நொடிக்கு 1130 கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் நம்மைவிட்டு நகர்கிறது. 5,000,000,000 (5×10^9) ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் உள்ள பால்வழி மண்டலம் நொடிக்கு (second) 145,000 கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் நம்மைவிட்டு நகர்ந்து செல்கின்றது. இது ஒளியின் வேகத்தில் பாதியாகும். 15×10^9 ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் உள்ள பால்வழி மண்டலங்கள் ஒளியின் வேகத்தில் நம்மைவிட்டு நகர்கின்றன. எனவே அத்தகைய பால்வழி மண்டலத்திலிருந்து வரும் ஒளி நம்மை ஒருபோதும் வந்தடையாது. அண்டத்திலுள்ள சில பால்வழி மண்டலங்களிலிருந்து வரும் ஒளி நம்மை ஒருபோதும் வந்தடையாததால் அண்டத்திலுள்ள அனைத்துப்பால்வழிமண்டலங்களைப்பற்றியும் நாம் அறிய முடியாது என்பது புலனாகிறது. ஒளியின் வேகத்தைவிடக் குறைவான வேகத்தில் பயணம் செய்யும் பால்வழி மண்டலங்களைப் பற்றித்தான் நாம் ஆராய முடியும். எனவே அண்டத்தை, 'காணக்கூடிய அண்டம்' (Visible Universe) என்று அழைக்கின்றனர்.

பெரும்பாலான அறிஞர்கள் காணக்கூடிய அண்டம் என்பது அண்டத்தின் ஒரு பகுதியெனக் கருதுகின்றனர். அண்டம் என்பது வெளியில் மிகு தொலைவிற்கு நீட்டித்த அமைப்பாகும். ஆனால் எந்த அளவுக்கு இது நீண்டுள்ளது? அதற்கு மேலும் இது நீள்வதற்கான வாய்ப்பு உள்ளதா? அல்லது எங்காவது ஓர் இடத்தில் இது முடிவடைகின்றதா? அவ்வாறு ஓர் இடத்தில்

முடிவடைந்தால் அதற்கு அப்பால் என்ன உள்ளது? இத்தகைய கேள்விகள் தொடர்ந்து கேட்கப்பட்டு வருகின்றன.

தற்போதைய கோட்பாட்டின்படி ஒருவர் எப்போதும் வெளியை விட்டு வெளியே பயணம் செய்ய முடியாது. ஏனெனில் அவ்வாறு பயணம் செய்தால் தொடங்கிய இடத்திற்குத் திரும்பவும் வந்துவிடுவர். சில நேரங்களில் விண்மீன்களில் ஏற்படும் மாற்றத்தால் ஆழமான வளைவுகள் (Curves) வெளியில் ஏற்படுகின்றன. சூரியனைப்போல் நான்கு மடங்கு பெரிய விண்மீன்கள் வெடித்தால் அந்த விண்மீன்களின் சிதறல், கூட்டாகச் சுழலத் தொடங்கும். அதிலிருந்து வெளிச்சத்தின் துடிப்புகளும் (Pulses) ரேடியோ அலைகளும் வெளிப் படும். இந்தச் சிதறல்களின் அமைப்பு பல்சார் (Pulsar) எனப்படும். சூரியனின் பொருண்மையைப் போல் எட்டு மடங்கு பொருண்மை (Mass) உள்ள விண்மீன் வெடித்தால் அந்த விண்மீனின் ஈர்ப்புவிசை (Gravity) மிக அதிகமாக இருக்கும். எனவே ஒளி அலைகள், ரேடியோ அலைகள், மேலும் மற்ற அலைகள் இந்தச் சிதறல்களின் தொகுப்பிலிருந்து தப்பிச் செல்ல முடியாது. இதனால் பார்ப்பவருக்கு இதன் ஒளி தெரியாது. இந்தச் சிதறல்களின் அமைப்பு கருங்குழி (black hole) எனப்படும்.

அறிஞர்கள், எவ்வாறு அண்டம் தோன்றியது, எங்கு அது முடிகிறது என ஆராய்ந்து வருகின்றனர். அண்டம் ஒரு பேரிடியால் உருவாகியிருக்கலாம் எனக் கருதுகின்றனர்.

பேரிடிக்கொள்கை (Big Bang Theory): *15,000,000,000* (15×10^9)ஆண்டுகள் அல்லது அதற்கு முன்னரே ஒரு பெரிய அணு (Atom) வெடித்ததெனவும். அதனால் ஏற்பட்ட அனைத்துப் பொருள்களும் சேர்ந்து அண்டம் உருவானதுஎனவும்இந்தக் கொள்கை கூறுகிறது. இந்தக் கோட்பாட்டின்படி வளிமம், தூசுகள் போன்றவை அணு வெடித்த பிறகு தோன்றியவையாகும். காண்க, பேரிடிக் கோட்பாடு.

சில அறிஞர்கள் அண்டம் விரிந்து கொண்டே செல்வதாகவும், எதிர் காலத்தில் அது ஒரு முடிவுக்கு வரும் என்றும் கருதுகின்றனர். ஒளி, வெப்பம், கதிர்வீச்சு (Radiation) போன்றவற்றை நிலையாகக் கொடுக்கக் கூடிய விண்மீன்கள் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு கருங்குழியுடன் மோதக்கூடும் என்றும், அவ்வாறு மோதினால் விண்மீன்கள் அழிந்துவிடும் எனவும் கருதுகின்றனர். மேலும் விண்மீன்கள் இருந்தால் வெளியின் ஆற்றல் குறையத் தொடங்கி முடிவாக அண்டம் அழிந்துவிடும் எனவும் கருதுகின்றனர்.

மற்றும் சில அறிஞர்கள் அண்டம் விரிவடைந்து ஒரு குறுப்பிட்ட காலத்திற்குப்பின் உடனே வெடித்து விடும் என்றும், அதன்பிறகு ஒரு புதிய அண்டம் உருவாகும் என்றும் கருதுகின்றனர். ஆனால் இந்தக் கருத்துகளில் எது சரியானது என்று யாராலும் கூறமுடியாது. எதிர்காலத்தில் ஒரு புதிய கோட்பாடு கூட உருவாகலாம்.

நூலோதி

The New Book of Knowledge, Crolier, Inc: Danbury Vol-19, 1980.

அண்டமின் இயங்கியல்

உடுக்கணவெளியிலும் (Interstellar space), விண்மீன்களிலும்(Stars),வளிமண்டலங்களிலும்(atmosphere) நிலவும் அயனியாக்க இடையகத்தில் நிகழும் மின்காந்த நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய அறிவியல் அண்டமின் இயங்கியல் (Cosmic electrodynamics) எனப்படும். இந்த அயனிப்பொருள்கள் மிகச்சிறந்த மின்கடத்திகள் ஆகையால் இவை காந்தப்புலக் (Magnetic field) கோடுகளுடன் மிகவும் தொடர்புடையன. இவை இக்கோடுகளின் வழியே இயங்குகின்றன; ஆனால் அவற்றின் குறுக்கே பாய இயலாதன. புள்ளியியல் (Statistics) அடிப்படையில் ஆராயும் போது இந்தப் பிணைப்பால் காந்தப்புலத்தில் ஆற்றல் சம அளவில் பரவுகிறது. அயனியாக்கப்பட்ட பொருள்களின் கொந்தளிப்பும் சீராகிறது. பால்வழி மண்டலத்திலும் (Galaxy) சூரிய மேற்பரப்பிலும் உள்ள மின்னூட்டத்துகள்களின் முடுக்கம் கட்டமைப்புக்கும் காந்தப் புலத்துக்கும் உள்ள ஒட்டுறவுகள், சூரியக் கரும்புள்ளிகளின் தீக்கொழுந்துகள்(prominences), காந்தப் புயல்கள் (Magnetic storms), துருவ விண் ஒளி (aurora), வான் ஆலன் கதிர்வீச்சுப் பட்டைகள் (Van Allen radiation belts) ஆகியவற்றை அண்டமின் இயங்கியல் ஆராய்கிறது.

இழுக்கப்பட்ட கயிற்றில் செல்லும் அலைகளையொத்த காந்தப்புலக் கோடுகளின் வழியாக, நெடுக்கலைகளாகச் செல்லும் ஆல்ஃவென் (Alfven) அலைகள் மிகவும் குறிப்பிடத்தகுந்தவை காண்க: புவிக்காந்தப்புயல், அயனமண்டலம், காந்தப்பாய்ம இயங்கியல்.

அண்டர் இணைப்போக்கு

இந்நோய் இருவகைப்படும். இதன் தீவிர வகையில் உயரமின்மை, மூட்டுவிறைப்பு, முகத்தோற்றம் கல்லீரல் மண்ணீரல் வீக்கம், குடற் பிதுக்கம் முதலியவை காணப்படும். இரண்டரை முதல் ஐந்து வயது வரை நோயை அறிந்து கொள்ள முடிவதில்லை. குறிப்பிட்ட தோல் தடித்தல் காணப்படும். இவ்வகைக் குழந்தைகள் 10 அல்லது பதினைந்து வயதில் இறந்து விடுகின்றன.

தீவிரமற்ற வகையில் நோய் அறிகுறிகள் மிக மெதுவாகத் தீவிரம் அடைகின்றன. இந்நோயால் வாடும் குழந்தைகள் 30 வயது வரையில் உயிர் வாழலாம்.

இவர்களுக்குக் குறைவான அல்லது சாதாரண அறிவு வளர்ச்சி இருக்கும்.

இந்நோய் ஒரு வகை சீரப்பலசக்கரை (Serum polysaccharide) குறைபாட்டு நோயாகும். நோய்க்குறிகள் மெதுவாக முன்னேறுவதால் வாழ்நாள் நீட்டிக்கப்படுகிறது. விழிவெண்படலப் புகைமண்டலம் காணப்படுவதில்லை. இது x- இனப்பண்புக்கூற்றுத் தொகுதியில் ஏற்படும் மாற்றத்தால் உண்டாகிறது.

இந்நோயில் சல்பாய்டயுரோனேட் சல்படேஸ் என்ற ஊக்கி குறைகிறது. இந்நோய்க்கு முறையான சிகிச்சை ஏதும் இல்லை. இரத்தப் புரத ஏற்றமும், நிணநீரணு ஏற்றமும் தற்காலிகச் சுகத்தை அளிக்கும். சிறுநீரில் கிளைகோசு அமினோ கிளைகான்ஸ் (GAG) காணப்படும். கருக்காலக் கணிப்பு முறைகள் ஆராயப்பட்டு வருகின்றன.

நூலோதி

D.J. Weatheral *Oxford Text Book of Medicine*., Oxford University Press, 1983.

Nelson. - *Text Book of Paediatrics*, W. B. Saunders Co, London 1979.

Bondy. - *Metabolic Control & Diseases* W.B. Saunders Co, London, 1980.

அண்டவியல்

அண்டத்தின் (Universe) கூறுகளைத் தனித்தனியாக ஆராய்வது வானியல் (Astronomy). அண்டத்தை முழுமையாக ஆராய்வது அண்டவியல் (Cosmology). இந்த சொல் காஸ்மாஸ் (Cosmos) எனும் கிரேக்கச் சொல்லின் அடிப்படையில் உருவானது.

தொடக்கக் காலத்தில் இருந்தே அண்டத்தின் தோற்றம் (Origin), கட்டமைப்பு (Structure), படிமலர்ச்சி (evolution) ஆகியன குறித்து மனிதனுக்குப் பல முற்கணிப்புகளும் கருத்துகளும் இருந்துவந்திருக்கின்றன. காலப்போக்கில் இக்கருத்துகளில் கிடைத்த தெளிவு, தொலைநோக்கி முதலான கருவிகளால் கிடைத்த செய்திகள், இயற்பியல் விதிகளைச் சார்ந்து பெற்ற விளக்கங்கள் வாயிலாக அண்டவியல் தனி இயலாக உருவானது. அண்டத்தின் தோற்றமும் மாற்றமும், அதன் கட்டமைப்பும் அண்டவியலின் பாற்பட்ட பொருளாகும். விடை தெரியாத புதிர்கள், புதிய ஆய்வுகளால் அடிக்கடி மாறுதல் அடையும் முற்கணிப்புகள், விளக்கம் கிடைக்காத கேள்விகள் ஆகியன கொண்ட பகுதி அண்டவியல்.

அண்டவியலின் வளர்ச்சி: அண்டத்தில் புவியின் (Earth) இடம் பற்றிய கருத்துகள் தொடக்க காலத்திலிருந்தே பல மாற்றங்களை அடைந்து வந்திருக்கின்றன. ஏறக்குறைய கி.மு. 140ஆம் ஆண்டில் அலெக்சாண்டிரியாவைச் சேர்ந்த தாலமி (Ptolemy) என்ற அறிஞர் தமக்கு முன் நிலவிய கருத்துகளை வகைப்படுத்தி அண்டத்தின் மையமாகப் புவி விளங்குகிறது என்ற கருத்தையும், புவி தட்டை வடிவமானது அன்று, கோள (Sphere) வடிவமுடையது என்ற கருத்தையும் வெளியிட்டார். ஆனால் புவி நகராமல் நிலையாக உள்ளது என்று அவர் கருதினார். இவர் கருத்துகள் ஓராயிரம் ஆண்டுகள் வரையில் அறிஞர்கள் மத்தியில் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டன. இக்கருத்துகளுக்கு மாறாக, கோப்பர்நிகஸ் அண்டத்தின் மையமாகப் புவி இருக்க முடியாது என எடுத்துக்காட்டி, புவி சூரியனைச் சுற்றி வரும் ஒரு கோள் (Planet) எனச் செய்முறைகள் மூலம் விளக்கம் தந்தார். டைக்கோ பிராஹி (Tyco Brahe) என்ற வானியல் அறிஞர் நுட்பமான வானவியல் கருவிகள் மூலம் பிரேக் (Prague) நகரில் கோள்களின் இயக்கத்தை (Planetary motion) ஆராய முனைந்தார். இவரைத் தொடர்ந்து இவர் உதவியாளரான கெப்ளர் பல ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு கோள்களின் இயக்கம் பற்றிய விதிகளை வரைமுறைப்படுத்தினார். ஆனால் இவரைப் பொறுத்தவரை அண்டமானது ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தோடு முடிந்து விடுகிறது. விண்மீன்கள் (Stars) கூட அண்டக் கோளத்தில் பரவியுள்ள சிறு புள்ளிகள் என்பது இவர் கருத்து. இவர் கருத்துகளை மறுத்து கலிலியோ தம் நுட்பமான வான்நோக்கிகளைப் பயன்படுத்தி அண்டம் சூரிய குடும்பத்தோடு முடிவடையவில்லை எனக்கூற முயன்றபோது பெருத்த எதிர்ப்புக்கு உள்ளானார். தமக்கு முன் வாழ்ந்த அறிஞர்களின் அனைத்துக் கருத்துகளையும் அறிவியல் முறை கொண்டு ஆராய்ந்து, இயக்க விதிகளைப் பொதுமையாகவும், சூரியகுடும்பத்து இயக்கத்தைச்சிறப்பாகவும், ஈர்ப்பு விசைபற்றி முறையாகவும் வடிவம் தந்த மேதை ஆங்கில நாட்டு இயற்பியல் அறிஞர் நியூட்டன் (1642-1727) ஆவார். வானியல் ஆராய்ச்சிக்குத் துணையாகப் பல புதிய கருவிகளும் முறைகளும் அடுத்த நூற்றாண்டுகளில் பயன்பாட்டுக்கு வந்தன. காண்க, கோபர்நிகஸ்

இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொழில்நுட்பமும் பொறியியல் நுட்பமும் கொண்டு ஆற்றல் மிக்க தொலை நோக்கிகள் (Telescopes) பல நிறுவப்பட்டன. இத்தகைய தொலைநோக்கிகளைக் கொண்டு 1917ஆம் ஆண்டு கலிபோர்னியாவில் உள்ள மவுன்ட் வில்சன் வானியல் கூடத்தில், வானியல் அறிஞர் எட்வின் அபுல் (Edwin P. Hubble) என்பவர், நமது ஞாயிற்றுக் குடும்பம் அமைந்த பால்வழி (Milky way) போன்ற பல பால்வழி மண்டலங்கள் (Galaxies) அண்டத்தில் உள்ளன என்பதைக் கண்டறிந்தார். இவை அண்டத்தில் சமச்சீராகப் பரவியுள்ளன என்று கருத்துத் தெரிவித்தார். பால்வழி மண்டலங்களின் ஒளிமாலையில் காணப்பட்ட சிவப்பு நிறப் பிறழ்ச்சியினைக் கொண்டு, பால்வழி மண்டலங்கள் புவியிலிருந்து விலகி ஓடுகின்றன என்ற கருத்தைத் தெரிவித்தார். இதற்குக் காரணம் பால்வழி மண்டலங்கள் விரிவடையாமல் இருந்தாலும் அவற்றுக்கு இடையே உள்ள வெளி விரிவடைவதை அவர்

ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறிந்ததே. மேலும் பால்வழி மண்டலம் பூமியிலிருந்து இருக்கும் தொலைவு அதிக மாக அதிகமாக அது விலகி ஓடும் வேகமும் அதிக மாகும் என்று அவர் கூறினார். இதன் பயனாக அண்டம் விரிவடைகிறது என்ற கருத்து பிறந்தது. காண்க, அண்டம்.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் இயற் பியல் மேதை ஆல்பர்ட்அய்ன்ஸ்டைன் நாம் வாழ்கின்ற பால்வழி மண்டலத்தில் சார்பற்ற தனித்தன்மை உடைய பொருள்கள் இல்லை என்ற முக்கியக் கருத்தை வெளியிட்டார். அய்ன்ஸ்டைன் கூறிய சார்புடைமைக் கொள்கையும், பால்வழி மண்டலங்கள் பற்றி அபுல் செய்த ஆய்வுகளும் அண்டவியல் பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துகளையே மாற்றியமைக்க வேண்டிய சூழ் நிலையை உருவாக்கின. பின்னர், பல புதிய விளக்கங்கள் தோன்றின.

அண்டத்தின் அமைப்பு : அய்ன்ஸ்டைன் சார்புடைமைக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் அண்டத்தைப் பற்றிப் பல மாதிரிகள் (models) கருத்தமைக்கப்பட்டன. அய்ன்ஸ்டின் உருவாக்கிய அண்டத்தின் மாதிரியில் இயக்கத்துக்கு இடமில்லை. டிசிட்டர் (Desitter) என் பவர் உருவாக்கிய மாதிரியில் முற்றிலும் பொருளுக்கு இடமில்லை. காலப்போக்கில் இவ்விருமாதிரிகளும் அவற்றின் சிறப்பை இழந்தன. விரிவடையும் அண்டம் என்ற கருத்தினை ஆங்கிலேய அறிஞர் சர் ஆர்தர் எடிங்டன் (Sir Arthur Eddington) என்ற அறிஞர் விரித் துரைத்தார்.

நிலைமாறா அண்டவியல் (Steady State Cosmology) 1951ம் ஆண்டு, எச்.போண்டிட் (H.Bondt), டி.கோல்டு (T.Gold), எப்.ஹாயில் (F.Hoyle) ஆகிய மூன்று கேம் பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழக வானியல் அறிஞர்கள் முற் றிலும் புதியதோர் அண்டவியல் கொள்கையினை வெளியிட்டனர். இதன்படி அண்டத்துக்குத் தொடக் கமும் முடிவும் இல்லை. காலத்தினைப் பொறுத்தும் வெளியினைப் பொறுத்தும் அண்டம் மாறுவதில்லை. இதன்படி விலகிச் செல்லும் பால்வழி மண்டலங்களால் குறைவுபடும் சராசரித் திண்மையை ஈடுகட்டுவதற் காக அதே வேகத்தில் பொருள் தொடர்ந்து படைக்கப் படுகிறது என்ற கருதுகோள் தேவைப்படுகிறது. இவ் வாறு புதிதாகப் படைக்கப்படும் பொருள் குளிர்ந்து பால்வழி மண்டலங்களாக ஆவது தொடர்ந்து நடை பெற்றுக்கொண்டே இருக்கிறது என்பது இதன் விளை வான கொள்கை. மரபு வழி அண்டவியற்படி எல்லாப் பால்வழி மண்டலங்களும் ஒரே வயதினை உடையன என்றால், நிலைமாறா அண்டவியற்படி பால்வழி மண்டலங்களின் தொகுப்பில் பல மில்லியன் ஆண்டுகள் வயது வேறுபாடுகளை உடைய பல்வேறுபட்ட வயதினைக் கொண்ட மண்டலங்கள் உள்ளன. நமது சூரிய குடும்பத்தை உள்ளடக்கிய பால்வழி, சாதாரண சராசரி பால்வழி மண்டலங்களின் வய தினைப் போன்று மும்மடங்கு வயதுடையது என்று கூறப்படுகிறது. ஆனால் அண்மையில் உள்ள பால்வழி மண்டலங்களைப் பற்றிக் கிடைத்துள்ள ஆய்வுப் புள்ளி விவரங்களைக் கொண்டு பார்க்கையில் மேற்கூறிய கருத்தினை உறுதி செய்ய வழியில்லாமல் இருக்கிறது. நிலைமாறா அண்டவியல் கொள்கையினை ஏற்றுக் கொள்வோர் குறைந்து வருகின்றனர்.

பேரிடிக் கொள்கை (Big Bang Theory): அண்டத்தின் பிறப்பு பற்றிய மற்றொரு கொள்கை பேரிடிக் கொள்கை ஆகும். இதன்படி அண்டம் 10000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் பொருளாகவும், மிகச் சூடான ஆதி அணுவாக (Atom) வும், சிறிய வெளியில் குறுகி அடர்த்தியாக இருந்தது. இது வெடித்து வெளிநோக்கிப் பரவியது. இதன் பயனாக, பால்வழி மண்டலங்கள் தோன்றின. அவை இன்னும் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகிச் சென்று கொண்டே இருப்பதால் அண்டம் விரிவடைந்து கொண்டேயிருக் கிறது. காண்க, அண்டப்பிறப்பியல்.

ஆய்வுத் தடயங்களும் ஆய்வு முடிவுகளும் பேரிடிக் கொள்கையை வலுப்படுத்துமாறு அமைகின்றன. பேரிடிக் கொள்கையின் அடிப்படையில் அமைந்த மற்று மொரு மாதிரியும் உள்ளது. இதன் படி 14 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றிய அண்டம் விரிவடைந்து கொண்டே சென்று ஒரு நிலையில் விரிவடைவதை நிறுத்திச் சுருங்கத் தொடங்கும். இதன் இறுதி நிலை யாக அது அணுவாகி வெடிக்கும். மறுபடியும் விரிவடை யும். இவ்வாறு விரிந்தும் சுருங்கியும் மாறி மாறி நிகழ்ந்து கொண்டேயிருக்கும்.

புதிய கருத்துகள்: பல ஆய்வுகளினாலும், ஆராய்ச்சி முடிவுகளாலும் அண்டவியல் தத்துவங்கள் மாறிக் கொண்டே வருகின்றன. ஒளியின் வேகத்தினையும் மிஞ்சும் பெரும் குவாசர்கள் (Quasars), பல்சார்கள் (Pulsars), ஒளிகூட ஊடுருவாத அளவு ஈர்ப்புச் சக்தி யுடைய நலிந்த விண்மீன்களாகக் கருதப்படுகின்ற கருந்துளைகள் (Black holes) ஆகியன பற்றிய புதிய செய்திகள் பல கிடைத்துக்கொண்டேயிருக்கின்றன. வேறு அண்டங்கள் இருப்பதாகவும், நமது அண்டம் ஒரு கருந்துளை என்றும் ஒரு கருத்து இருக்கிறது. அண்ட வெளி முழுவதிலும் இயற்பியல் விதிகள் ஒரே மாதிரி இருக்க முடியாது என்ற கருத்தும் நிலவுகிறது. காண்க, குவாசர்கள், பல்சார்கள், கருந்துளைகள்.

கோ. ச.

நூலோதி

1. **Carl Sagan, Jonathan Norton Leonard**-*Planets*, Time-life Books, Hong-Kong 1978.
2. **McGraw-Hill** *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol-3 1977
3. **Michael A. Seeds**, *Astronomy: Selected Reading*, *Benjamin/Cummings* Publishing Company, Inc. Menlo Park, California Readings. 1980.

அண்ட வேதியியல்

அண்டத்தில் உள்ள வேதியியல் இயைபுப் பொருள் களையும், அவற்றின் தோற்றம் (Origin), வளர்ச்சி பற்றியும் படிக்கும் அறிவியலின் ஒரு பிரிவு அண்ட வேதியியல் (Cosmo Chemistry) எனப்படும். இது உடுக் கண சூரிய அலைமாலைகளிலிருந்தும், விண்கற்கள் (Meteorite) பகுப்பாய்விலிருந்தும், கோட்பாட்டியலான அணுக்கரு இயற்பியலிலிருந்தும் (Nuclear physics) ஆயப் படுகிறது; மேலும் வால்விண்மீன்கள் (Comets), கோள் கள்(planets), கோள்வளிமண்டலங்கள் ஆகியவற்றின் வேதியியல் கூறுபாடுகளை விவரிக்கின்றது. புவியைப் பற்றிப் படிக்கும்போது அண்ட வேதியியலும், புவி வேதி யியலும் (Geochemistry) ஒன்றையொன்று சந்திக் கின்றன. எனவே அண்டவேதியியலில் திரட்டும் செய்தி கள் அண்டவியல் கோட்பாடுகளுக்கும், புவியியல் கோட் பாடுகளுக்குமான வரம்பு நிலைமைகளை வரையறுக் கின்றன. காண்க, புவி; அண்டத்தில் நிறைந்த தனி மங்கள்; தனிமங்கள்; அணுக்கருத் துகள்களின் தோற் றம்; உயிரின் தோற்றம்; விண்கற்கள்.

அண்டார்க்டிக் வட்டம்

நில நடுவரைக்குத் (Equator) தெற்கே 66½ பாகையில், அதாவது தென் துருவத்திலிருந்து 23½ பாகையில் பூமி யின் மேல் அமைந்துள்ள வட்டம் அண்டார்க்டிக் வட் டம் (Antarctic circle) எனப்படும். அண்டார்க்டிக் வட் டத்தில் டிசம்பர் 22ஆம் நாள் சூரியன் அடிவானைச் சுற்றி வருவதால் தொடர்ந்து 24 மணி நேரமும் சூரிய னைக் காணலாம். புவியின் அச்சு சாய்ந்திருப்பதே இதற் குக் காரணம் ஆகும். ஆர்க்டிக் வட்டத்தில் (Arctic circle) உருவாகும் இரவு பகலுக்கு எதிர்மாறாக இங்கு இரவு பகல் அமைந்திருக்கும்.
காண்க: ஆர்க்டிக் வட்டம்.

அண்டார்க்டிக்கா

உலகத்திலேயே ஐந்தாவது கண்டமாகிய அண்டார்க் டிக்கா தென் துருவத்தைச் சுற்றியுள்ள நிலத்தையும் பெருங்கடலையும் குறிக்கும். அதன் பரப்பு இந்தியா வும் சீனாவும் சேர்ந்த பரப்பை விடக் கூடுதலானது. சில தீவுகளைத் தவிர இந்தியப் பெருங்கடலின் பெரும் பகுதி அண்டார்க்டிக் பகுதிக்கும் இந்தியா வுக்கும் இடையில் அமைந்துள்ளது. இக்கண்டம் ஏறத் தாழ 95 விழுக்காடு சராசரி 1.5 கி.மீ. தடிமனுள்ள உறைபனியால் மூடப்பட்டுள்ளது. சில இடங்கள் ஏறத்தாழ 4.5 கி.மீ. தடிமனுக்கு உறை பனியால் சூழப்பட்டுள்ளன. இந்தப் பகுதியில் உள்ள பல பனிப் பாறைகள் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 70 மீ. அளவு உயரத்திற்குக் காணப்படுகின்றன. அண்டார்க்டிக்கா உறைபனிமுழுவதும் ஒரேநேரத்தில்கரையுமேயானால், கடல் மட்டம் ஏறத்தாழ 60 மீ. உயரும் என்று கருதப் படுகிறது. இது சிறிது வெப்பமுள்ள இந்தியப் பெருங் கடல் நீரினாலும், குளிர்ச்சியுள்ள பசிபிக், அண்டார்க்டிக் கடல்நீரினாலும் சூழப்பட்டுள்ள பகுதியாகும். மேற்குத் திசையிலிருந்து தடையேதுமில்லாது வரும் காற்றினால் இக்கடலிலுள்ள நீரோட்டம் வேகமாக இருக்கிறது. நிலம் தென் துருவம் வரை உயர்ந்து கொண்டே போ கிறது. தென் துருவம் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 3,500 மீ. உயரமானது.

இதனுடைய விட்டம் 5400 கி.மீ. 14,000, 000 சதுர கி.மீ. பரப்புள்ள இப்பிரதேசத்தில் 4 முதல் 5 சதவிகிதப் பரப்பு தான் பனிக்கட்டி இல்லாத பகுதி யாகும். டிரான்ஸ் அண்டார்க்டிக் மலைப் பகுதி யினால் இது கிழக்கு, மேற்கு அண்டார்க்டிக்கா என்று இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அண்டார்க்டிக்கா பகுதியில் மலை உச்சியிலிருந்து கீழ் நோக்கி வருடத்திற்கு 1000மீ. வேகத்தில் பனிக்கட்டி நகர்ந்து வந்து தரை மட்டத்தை அடைந்தவுடன், உடைந்து, பனிக்கட்டிப் பாறைகளாகக் கடலில் மிதக் கிறது. இங்கு இரண்டு எரிமலைகள் இருக்கின்றன.

கீழ் அண்டார்க்டிக் பிரதேசம் 1800 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன் தோன்றிற்று. இது ஒரு காலத்தில் ஆஸ்திரேலியா, இந்தியா, தென் ஆப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்காவுடன் சேர்ந்து ''கோண்டுவானா லாண்ட்'' (Gondwana land) என்ற பகுதியாகக் கருதப்பட்டது. இங்கு நிலக்கரி தான் அதிகம். இதே நிலக்கரி மற்றைய பிரதேசங்களிலும் காணப்படுவதால் இவை ஒன்றாக இருந்தன என்றும், 1500 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன் இது பிரிந்து தென் துருவத்தை நோக்கிச் சென்று இன்றைய இடத்தை அடைந்துள்ளது எனவும் கூறப்படு கிறது.

மேற்கு அண்டார்க்டிக்கா தென் அமெரிக்காவின் ஆண்டிஸ் மலையின் தொடர்ச்சியாகும். இதிலுள்ள பனிக்கட்டிகளை அகற்றினால், இது பல தீவுகளால் ஆனது என்பது தெரியும். இந்தப் பனிக்கட்டியினால், இவை 766 மீ. ஆழத்தில் அழுத்தி வைக்கப்பட்டிருக் கின்றன. இந்தப் பனிக்கட்டியை எடுத்துவிட்டால், இவை கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 1000 மீ. உயர்ந்து, ஆசியா கண்டத்தைப் போல் விளங்கும் என்று கூறு கிறார்கள். இக்கண்டத்தின் நிலம் கடற்கரையிலிருந்து நடுவில் செல்லும் பொழுது உயர்ந்து காணப்படுகிறது.

இப்பகுதி தட்ப வெப்ப நிலையில் மிகக் குளிர்ந்தும், சீறும் புயல்காற்றுடனும், சில சமயங்களில் பனிச்சூறா வளியுடனும் காணப்படுகிறது. காற்றின் வேகம் 37 நாள் முதல் 100 நாள் வரை இருக்கும். கடலோரப்பகுதியில் தட்பவெப்ப நிலை திடீரென மாறுபடுவதுண்டு. இங்கு நிலவும் வெப்ப நிலை ஏறத்தாழ —88°Cஎன்றும், வீசும்

காற்றின் வேகம் மணிக்கு 160 கி.மீ. என்றும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது. கோடை காலத்தில் இங்கு பகல் தொடர்ந்திருக்கும். அதைத் தொடர்ந்து குளிர்காலத்தில் தொடர்ச்சியான இருட்டும் காணப்படும். அண்டார்க்டிக்காவின் உட்பகுதி அதிக உயரமாகவும், மாரிக் காலத்தில் தொடர்ந்து இருட்டாகவும் இருக்கும். இப்போது அந்தப் பகுதி உலகிலேயே மிகக் குளிர்ந்த பகுதியாகக் காணப்படுகிறது. பத்துக் கோடி ஆண்டுகட்கு முன் அங்கு இவ்வளவு குளிர் கிடையாது. அங்குப் பெரும்பாலும் −18°C முதல் −68°C வரை குளிராக இருப்பதால் மழை பெய்வதில்லை.

இங்குள்ள புவி மண்டலத்திலுள்ள நீராவி மற்ற கண்டங்களில் காணப்படுவதைக் காட்டிலும் குறைவாக உள்ளது. தூசி துகள்கள் இங்கு சூழ்நிலையை மாசுபடுத்துவதில்லை சூரிய ஒளியிலிருந்து வரும் கதிர் வீச்சுகளும் இங்கு அதிகம் காணப்படுவதில்லை. இதன் தட்ப வெப்ப நிலை ஒரு நிலையிலில்லாமல் பகுதிக்குப் பகுதி மாறுபட்டும், ஒரே பகுதியில் காலத்திற்குக் காலம் மாறுபட்டும் காணப்படுகிறது.

முற்காலத்தில் அங்கு தாவர வாழ்க்கை செழித்திருந்தது என்பது அங்கு காணப்படும் புதை படிவங்களாலும் நிலக்கரியாலும் தெரியவருகிறது. மாஸ், லைக்கன்ஸ் போன்ற செடிகள் காணப்படுகின்றன. பாசி, பாசிக் காளான் நுண்ணுயிர்ப் பூஞ்சணங்கள், இவைதவிர வேறு தாவரம் கிடையா. கடலிலுள்ள தாவரம் நுண்ணோக்கியின் வாயிலாகத்தான் கண்ணுக்குப் புலனாகும்.

அண்டார்க்டிக்கா கண்டத்தைச் சுற்றியுள்ள கடலில் மிதவை உயிர்கள் (Planktons) மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த இறால் போன்ற 'கிரில்' (Krill) என்ற உயிரினம் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. மேலும்மீன்கள், பெங்குயின் பறவைகள், ஏனைய கடல் பறவைகள் கடல் நாய், டால்பின், திமிங்கிலங்கள், பூச்சிகள், சிற்றுண்ணிகள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள குளிரினாலும் நன்னீர் பற்றாக்குறையினாலும் விலங்குகள் மிகுதியாகக் காணப்படுவதில்லை.

இங்குள்ள பாலூட்டி வகைகளில் முக்கியமாகக் காணப்படுவன 8 விதக் கடல் நாய்களும் 12 வித திமிங்கிலங்களுமாகும். இதைத் தவிர 4 விதப் பறவைகளும் இருக்கின்றன. இந்தப் பறவை இனங்களில் 'அடிலி' என்ற பெங்குயின் அதிகமாக இங்குக்காணப்படுகிறது. வேனிற்காலத்தில் இது முட்டையிட்டுப் பனிக்கட்டியில் கூடுகட்டி வாழ்கிறது. இது மிகுந்த குளிரையும் தாங்கும் ஆற்றலுடையது. இன்னும் சில பறவை இனங்கள் தென்துருவப் பகுதியிலிருந்து இங்குக்கிடைக்கும் உணவைத்தேடி உட்பகுதிக்குச் சென்று இனவிருத்தி செய்கின்றன. இங்கு வாழும் இனங்கள் குறைவாக இருந்தாலும், இவற்றின் உற்பத்தித் திறன் உலகிலேயே மிகுதியானது என்று கணக்கிட்டுள்ளார்கள்.

ஆய்வுப் பயணங்கள்

பிரிட்டிஷ், ரஷ்ய நாடுகளைச் சேர்ந்த ஆய்வுக்குழு, இக்கண்டத்தை முதன் முதலில் பார்வையிட்டது. ஆனால் இது ஒரு முக்கியக் கண்டம் என்று பிரெஞ்சு நாட்டைச் சேர்ந்த டூமான் பூரோவில்லும், அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த சார்லஸ் வில்க்ஸும் கூறினார்கள். இங்கு 1895 இல் சென்ற கிரிஸ்டென்ஜென் என்ற நார்வே நாட்டினர் தான் முதன் முதலில் இங்கு கால் வைத்தவர் ஆவர். பிறகு ஸ்காட், ஷாக்கில்டன் தலைமையிலான குழுதான் முதன் முதலாக இக்கண்டத்தை நன்றாகவும், முழுமையாகவும் ஆராய்ந்தது. ரோல்டு அமுட்ஸன் தலைமையில் ஒரு நார்வே குழு 1911ஆம் ஆண்டு தென் துருவம் சென்றது. சில வாரங்களுக்குப் பின் ஸ்காட் தலைமையில் ஒரு குழுவும் சென்றது. ஆனால் இக்குழுவினர் திரும்பி வரும் பொழுது உயிரிழந்தனர். அட்மிரல் ரிச்சர்ட் பெர்ட் விமானம் மூலம் இக்கண்டத்தை ஆய்வு நடத்தினார். 1935ஆம் ஆண்டு லிங்கன் எல்ஸ்வொர்த் விமானம் மூலம் இக்கண்டத்தைக் கடந்து வந்தார். 19ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து இதுவரை 170 ஆய்வுப் பயணங்கள் மேற்கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன. அவற்றில் 70 பயணங்களுக்கு மேல் பிரிட்டன் நாட்டவரால் நடத்தப்பட்டுள்ளன. முதலில் ஆய்வுப் பயணங்களில் வந்தவர்கள் திமிங்கில வேட்டையாடும் நோக்கத்துடன் வந்தார்கள். இரண்டாவது உலக மகா யுத்தத்திற்குப் பிறகு இங்கு இராணுவக் கருவிகளுடனும், கப்பல், விமானம், உணவு, தங்குவதற்கு வேண்டிய கருவிகள் ஆகியவற்றுடனும் பலர் வந்திறங்கினார்கள். இருந்தபோதிலும் மாரிக்காலத்தில் அவர்களால் தங்கமுடியவில்லை. இங்கு ஆய்வுக் கூடங்களை நிறுவிவிட்டுத் திரும்பிவிட்டார்கள். 1943ஆம் ஆண்டிலிருந்து இந்த ஆய்வுக்கூடங்களை நிர்வகிக்கும் பொருட்டு மனிதர்கள் வந்து குடியேறினார்கள். 1957ஆம் ஆண்டு மாரிக் காலத்தில் ஆராய்ச்சி செய்யும் பொருட்டு 800 பேர் வந்தார்கள். வேனிற்காலத்தில் இத்தொகை 5000 ஆக உயர்ந்தது. இப்போது மக்கள் அங்குப்போவதெல்லாம் அங்குள்ளது என்ன என்று தெரிந்து கொள்வதற்காகவே.

இந்தக் கண்டத்திற்கு உரிமையைப் பல நாடுகள் கோரிய போதிலும் 1959ஆம் ஆண்டு உலக ஒப்பந்தத் தீர்மானத்தின் படி இது தடை ஏதுமில்லாத, கூட்டுறவு விஞ்ஞான, ஆய்வுக்குப் பொதுவானதாகும் என்று ஏற்கப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கூட்டுத் தீர்மானம் தொடர்ந்து செயல்படுமானால், அண்டார்க்டிக்கா கண்டம், சமீபத்திய வரலாற்றிலேயே "முதல் உலகப் பொதுக் கண்ட"மாகும். இத்தீர்மானம் அங்கு இராணுவ தளங்கள் ஏற்படுத்தாமலிருப்பதையும் அடிக்கடி அக்கண்டத்திற்கு ஆய்வுப்பயணங்கள் மேற்கொண்டு அங்குள்ள செய்திகளை ஒருவருக்கொருவர் பரிமாறிக் கொள்வதையும் வலியுறுத்துகிறது. மேலும் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தின் பயனாக அங்கு விண்கோள் புகைப்படம் மூலம் காலநிலை மாறுதலை முன்னறிவிக்கவும், அங்

குள்ள பனிக்கட்டிப் பாறையில் கப்பலைச் செலுத்தவும் வகை செய்கிறது; காற்றில் மிதக்கும் திசைக்கருவியின் மூலம் பனிக்கட்டியின் பருமனை அளந்து வழி வகுக்கிறது. இப்பனிக்கட்டியின் ஆழம் சில இடங்களில் 4667 மீட்டருக்கு மேலும் இருக்கிறது.

சு.கா.

நூலோதி

1. **Defant, A**; *Physical Oceanography*, Pergamon Press; Oxford 1961.
2. **Sverdurp, H:V. et al**; *The oceans- Their physics, Chemistry and General Biology*, Prentice Hall Inc; New Jersey, 1942.
3. **Gross, M**; *Oceanography, A View of the Earth*, Prentice-Hall Inc; New Jersey, 1942.

அண்டார்க்டிக்கா ஆய்வுப்பயணம், இந்திய

கடலிலுள்ள பொருளாதார வளங்களையும் கடலின் முக்கியத்தையும் அறிந்து கொள்ளவும், அதை முறையாகப் பயன்படுத்த வேண்டிக் ''கடல் வளர்ச்சித் துறை (Dept. of Ocean Development) ஒன்றை இந்திய அரசு 1981 ஜூலை 24 ஆம் நாள் தொடங்கியது. இத் துறை இந்தியப் பிரதமரின் நேரடிப் பார்வையில் இயங்கத் தொடங்கியது. கடலையும் அதன் சூழலையும் பாதுகாக்கவும், கடலியல் ஆய்வை ஊக்குவிக்கவும் இத்துறை பெரிதளவில் முயன்று வருகிறது.

அண்டார்க்டிக்கா (Antarctica) அமைந்திருக்கும் சிறப்புப் புவியியல் நில உலகிலேயே அதை ஒரு தூய்மையான பகுதியாக விளங்க வகை செய்கிறது. எனவே தான் மாசடைதல் தொடர்பாக நடத்தப்படும் ஆய்வுகளுக்கு அண்டார்க்டிக்கா ஒரு சிறப்பு நிலையமாக விளங்குகிறது. இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல் தொடர்பான பல ஆய்வுகளை நடத்த அண்டார்க்டிக்கா ஓர் இயற்கை ஆய்வுச் சாலையாக விளங்குகிறது. இந்தியாவைப்பொறுத்தவரையில் அண்டார்க்டிக்கா பகுதிக்கு ஒரு தனிமுறையில் சிறப்பு அளிக்கப்பட்டு வருகிறது. இதற்குக் காரணம் இங்கு நிலவும் கால நிலை அமைப்புகள் இந்தியப்பெருங்கடலில் நிலவும் கால நிலைகளுடன் மிகவும் நெருங்கிய தொடர்புடையனவாகக் காணப்படுவதேயாகும்.

இந்தியப் பயணங்கள்

முதல் பயணக் குழு அண்டார்க்டிக்காவை 1982 ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 9ஆம் நாள் அடைந்தது. இக்குழு டாக்டர் குவாசிம் அவர்களின் தலைமையில் சென்றது. இக்குழு அங்கு நிலையான ஆராய்ச்சி மேற்கொள்வதற்கு உதவியாகத் ''தக்ஷிண் கங்கோத்திரி'' (Dakshin Gongotri) எனும் நிலையான ஆய்வு நிலையம் ஒன்றை நிறுவியது. இக்குழு அங்கு தங்கிய 10 நாட்களில், சூரிய ஆற்றலில் தன்னிச்சையாக இயங்கக்கூடிய வானிலை நிலையம் (Weather Station) ஒன்றை ஒரு மலைப் பகுதியில் அமைத்தது.

இரண்டாவது பயணக்குழு 1982 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 28 ஆம் நாள் அன்று அண்டார்க்டிக்காவை அடைந்தது. இக்குழு அங்கு 57 நாட்கள் தங்கியிருந்தது. இக்குழு டாக்டர் வி. கே. ரெய்னா அவர்களின் தலைமையில் சென்று அங்கு வேறோர் இடத்தைத் தேர்தெடுத்துத் தொடர்ச்சியான அறிவியல் ஆய்வை மேற்கொள்ள உதவியாக இருக்கும் வகையிலும் முதல் பயணக்குழு விட்டுச் சென்ற ஆய்வுகளைத் தொடரும் வகையிலும் அறிவியல் வல்லுநர்களுடன் கூடிய ஒரு நிலையான ஆய்வகத்தை அமைத்தது.

மூன்றாவது பயணக்குழு 1983ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் 27ஆம் நாள் அண்டார்க்டிக்காவை அடைந்தது. இக்குழுவில் இரு பெண்கள் உட்பட 81 அறிஞர்கள் சென்றனர். டாக்டர் எச். கே. குப்தா அவர்களின் தலைமையில் இக்குழு சென்றது. பயணக்குழு வருடம் முழுவதும் அங்கு நிலவும் மோசமான வானிலையில்கூட ஆய்வு செய்வதற்கு வசதியாக இருக்கும் வகையிலும், புதுமையான வசதிகளுடன் கூடியதும், 15 அறிஞர்கள் தங்கி ஆய்வு செய்ய வசதிகளுடன் கூடியதுமான நிலையான மையம் ஒன்றை அங்கு நிறுவியது. இக்குழுவில் சென்ற 12 அறிஞர்கள் அங்கு நிலவும் குளிர்கால ஆய்வுக்காக அங்குத் தங்கியிருக்க ஏனைய 69 பேரும் திரும்பினர்.

நான்காவது அண்டார்க்டிக்கா பயணக்குழு டாக்டர் பட்டாச்சாரியா அவர்களின் தலைமையில் சென்றுவந்தது.

ஐந்தாவது பயணக்குழு 1985ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதத்தில் சென்றது.

அண்டார்க்டிக்கா உடன்படிக்கை

இந்தியா 1983 ஆகஸ்ட் மாதத்தில் நடந்த அண்டார்க்டிக்கா உடன்படிக்கையில் (Antarctic treaty) கையெழுத்திட்டது. இந்த உடன்படிக்கையில் கருத்துரைக்கக்கூடிய நாடாக இந்தியா 1983, செப்டம்பரில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. அண்டார்க்டிக் உடன்படிக்கைக் கூட்டங்களில் கலந்து கொள்ள இந்தியா 15 ஆவது உறுப்பு நாடாகச் சேர்த்துக் கொள்ளப்பட்டது. அர்ஜைன்டைனா, ஆஸ்திரேலியா, பெல்ஜியம், பிரேசில், சிலி, பிரான்ஸ், ஜெர்மன், ஜப்பான், நியுஜிலாந்து, நார்வே, போலந்து, தென் ஆப்பிரிக்கா, பிரிட்டன், அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள், சோவியத் ரஷ்யா ஆகிய நாடுகள் இதன் மற்ற உறுப்பினர்களாவர். அண்டார்க்டிக் உடன்படிக்கையில் உறுப்பினர் என்ற வகையில் இந்தியா அண்டார்க்டிக் பற்றிய தனது கருத்துக்களை, இதனுடைய கூட்டங்களில் பரிமாறிக் கொள்ளும்.

அண்டார்க்டிக்காவில் உள்ள நிலையான ஆய்வு மையம்

1984 பிப்ரவரி மாதம் நிலையான ஆய்வு மையம் ஒன்றை அண்டார்க்டிக்காவில் மூன்றாவது பயணக்குழு அமைத்தது. இந்தக் குழுவில் சென்ற 12 அறிவியல் அறிஞர்கள் அண்டார்க்டிக்காவின் குளிர்கால ஆய்விற்காக அங்குத்தங்கினர். இவர்கள் அனைவரும் 1984 டிசம்பர் மாதம் சென்ற மற்றொரு பயணக்குழுவால் மாற்றப்பட்டு அவர்கட்குப் பதிலாகப் புதிதாக அறிஞர்கள் தங்கினர். கோடைகாலத்திலேயே நிலையான மையம் ஒன்றை அண்டார்க்டிக்காவில் நிறுவிய பெருமை இந்தியாவைச் சேரும். இந்த நிலையம் ''தக்ஷிண் கங்கோத்ரி'' என்றழைக்கப்படுகிறது. இது 70°05' வடக்கு, 12° தெற்கு அகலாங்கில் அமைந்துள்ளது. நிலையான மையத்தின் இருப்பிடம் 1983 டிசம்பர் 27ஆம் நாள் அன்று சென்றடைந்த மூன்றாவது பயணக் குழுவால் தேர்வு செய்யப்பட்டது.

சிறப்புத்தன்மைகள்

இந்த நிலையான மையம் இரண்டு மாடிகள் கொண்டதும், 2, 300 சதுர மீட்டர் பரப்பில் அமைந்ததும் ஆகும். அண்டார்க்டிக்காவில் நிலவும் காலநிலைக்கேற்ப இது உருவாக்கப்பட்டதாகும். இந்த நிலையம் சிறப்பாகச் செய்யப்பட்ட மரத்துண்டுகளாலும் கல்நார்த் (Asbestos) தகடுகளாலும் கட்டப்பட்டது. வெளியிலுள்ள குளிரைத் தவிர்ப்பதற்காக 'தெர்மோ கூல்' போன்ற பொருள்களால் உள்ளே பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளது. குளிர் காற்றிலிருந்தும் பனிப்புயலில் இருந்தும் பாதுகாக்கத் துத்தநாகக் கலவை கொண்டு கட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்தக் கட்டடமானது இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, உள் இணைப்பைப் பெற்றுள்ளது. ஒரு பகுதியில் வாழ்வதற்கேற்ற வசதிகளும், மற்றொரு பகுதியில் மின் எந்திரங்களும் ஆய்வுக் கூடங்களும் உள்ளன. அந்தக் கட்டிடத்தில் நுழைவதற்கு முன்புறம் ஒரு வழியும், கட்டிடத்தின் மேற்புறமாக ஒரு வழியும் உண்டு. இவ்வாறு மேற்புறத்தில் அமைந்திருக்கும் வழி பெரும் பனி வீட்டைச் சுற்றி முன் வாயிலை அடைக்கும் சமயம் உள்ளே வருவதற்குப் பயன்படுகிறது. கட்டிடத்தின் உள்ளே உள்ள வெப்பநிலை தேவையான அளவான 15° முதல் 17° செல்சியா வரை பாதுகாக்கப்படுகிறது. தூய்மையான சீரான வெப்பநிலை உடைய காற்று கட்டடம் முழுவதும் எல்லா நேரமும் பாய்ச்சப்படுகிறது. அதனால் கட்டடத்தின் வெளிப்புறத்தில் குளிர் அதிக அளவில் இருந்தாலும், உள்ளே உள்ள வெப்பநிலை கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. உள்ளே வீசும் காற்றும் அதன் வெப்பமும் தன்னிச்சையாக இயங்கும் சிறப்புக் கருவிகள் மூலம் வசதியாக வாழ்வதற்கேற்றபடி கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

இந்த நிலையத்தில் வெளியில் உள்ள பனியை உருக்கி அதிலிருந்து நீரை எடுக்கும் இயந்திரமும் உண்டு. கட்டடத்தில் உள்ள குழாய்களில் வெப்பமான நீரையும் குளிர்ச்சியான நீரையும் தரும் குழாய்களும் உண்டு. சமையல் முதலிய தேவைகளுக்காகத் திறமையுடன் இயங்கும் எரிபொருள் அமைப்பு ஒன்றும் உண்டு.

அண்டார்க்டிக் சூழலில் மாசுபடாமல் இருக்கக் கழிவுப் பொருள்களை நன்கு கவனித்துப் பின்னர் அவற்றை வெகு தொலைவில் சிறப்பான வகையில் வெளியேற்றுகின்றனர். அங்குத் தங்கியிருக்கும் குளிர்கால ஆய்வுக் குழுக்களுக்காகத் தொலைக்காட்சி, இசை, விளையாட்டுகள், நூலகம் ஆகிய வசதிகள் உள்ளன.

பல வழிகளில் அண்டார்க்டிக்காவில் அமைந்துள்ள இந்திய நிலையம் தனித்தன்மை வாய்ந்ததாகும். அங்கு பெரும் நிலையானகட்டடங்கள் நிறுவுவதற்கும், தேவையான ஆய்வுகள் செய்வதற்கும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

கோள் தொடர்பு அமைப்பு

மூன்றாவது பயணக்குழுவின் முக்கிய நோக்கங்கள் இந்தியாவிற்கும் அண்டார்க்டிக்காவிற்கும் இடையிலான நேரடித் தொடர்பு இணைப்பு முக்கியமானதாகும். மூன்றாவது பயணக்குழு, அதற்காக அண்டார்க்டிக்காவில் ஒரு செயற்கைக் கோள் தொடர்பு அமைப்பை நிறுவியது.

குறைந்த அலை வரிசை உடைய ஒரு தொலைக்காட்சி அமைப்பு செயற்கைக் கோள் தொடர்பு முனையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அது வரைபடங்கள், குறிப்புகளை உள்ளடக்கிய படங்கள், செய்திகள் ஆகியவற்றை இந்தியாவுக்கும் அண்டார்க்டிக்காவுக்கும் இடையில் ஒலிபரப்புகிறது. அது போன்ற இரு முனைகள் அண்டார்க்டிக்காவில் உள்ள நிலையான மையத்தில் உள்ளன. தற்சமயம் ஒரு முனை மட்டும் தொடர்புக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அண்டிபெத்தஸ்

அண்டிபெர்தேரியா வரிசையைச் சார்ந்த தாவரம் போன்று கிளைகளுடன் கூடிய இக்குழியுடலி காலனி நடுச் சட்டக அச்சைப் பெற்றுள்ளது. சட்டக அச்சைச் சுற்றிப் பாலிப்புகளைத் தாங்கியுள்ள மெல்லிய சீனன்கைம் (Coenenchyme) அமைந்துள்ளது. காலனியின் முனை தட்டையான அடிப்பாகத்தைக் கொண்டுள்ளது. அதனால் அது பரப்புகளின் மேல் ஒட்டியிருக்கும். மையத்தண்டு பொதுவாக நுண் கிளைகளைப் பெற்றிருப்பதால் தாவரம் போன்று காணப்படும். பேரா அண்டிபெத்தஸ் (Parantipathes) போன்றவை குப்பி தூரிகை (Bottle brush) போன்றிருக்கும். பாலிப்புக்கள் இரு பக்கங்களிலும் அமைந்திருக்கும். உணர்வு நீட்சி கொட்டும் செயல்களைக் கொண்டுள்ளது. இதில் பேஸிட்ரைக்கஸ் அய்சோரைசாஸ் (Basitrichous-isorhizas), மைக்ரோபேஸிக் மேஸ்டிகோர்போர்ஸ்

(Microabsic mastigophores) போன்ற கொட்டும் செல் வகைகள் உள்ளன.

இதன் சட்டக அச்சு கறுப்பு நிறமான முட்களைக் கொண்டுள்ளதால் இதனைக் கரும்பவளம் (Black coral) என்பர். சில வகைகளில் இம்முட்கள் கிளைகளைக் கொண்டிருக்கும். இவற்றின் பாலிப்புகள் ஒருபால் உயிரிகளாகும். ஆனால் காலனிகள் இருபால் தன்மையானவையாக இருக்கலாம். அண்டிபெத்தஸ் பொதுவாக ஆழ் கடலில் வாழும் உயிரிகளாகும்.

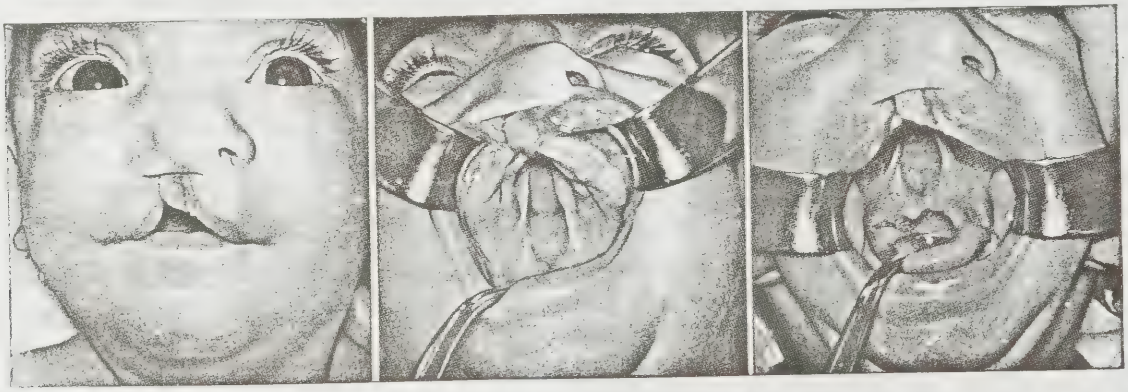
அண்ணப் பிளவு

அண்ணப் பிளவு (Cleft palate) பிறவியில் அண்ண வளர்ச்சியில் ஏற்படும் குறையாகும். அண்ணம் கருவின் வளர்ச்சியில் 12வது வாரத்தில் வாயின் இரு பக்கத்திலிருந்தும் வரும் தசைத் தகடுகள் சேர்வதால் உண்டாகிறது. அந்தச் சமயத்தில் வளர்ச்சி தடைப்படுவதற்கு ஏதுவான சூழ்நிலை ஏற்பட்டு இரு பக்கங்களிலிருந்தும் தசை வளர்ந்து நடுவில் சேராமல் அண்ணத்தில் பிளவு உண்டாகும். இதுவே அண்ணப் பிளவு ஆகும்.

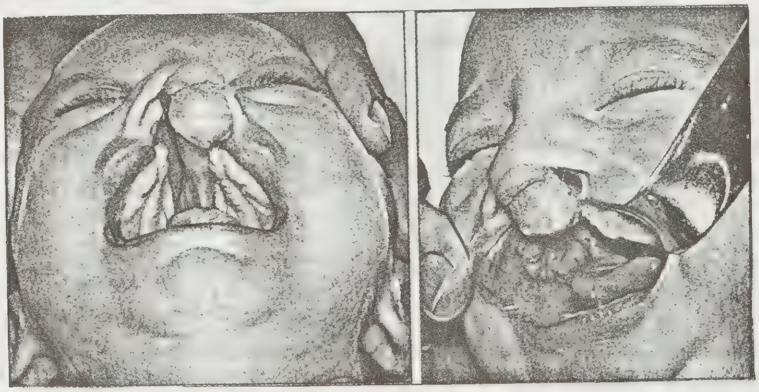
அண்ணத்தில் மட்டும் அல்லது அதனுடன் உதட்டிலும் சேர்ந்து பிளவு ஏற்படலாம். தனிப்பட்ட அண்ணப் பிளவு மட்டும் பெண் குழந்தைகளில் அதிகம் காணப்படுகிறது. இது நேர்வதற்கான காரணங்கள் பல. கருவில் ஊனம் உண்டாக்கும் எந்தச் சூழ்நிலையும் அண்ணப் பிளவு ஏற்படுவதற்குக் காரணமாகலாம்.

சப்புவதற்கும் விழுங்குவதற்கும் பேசுவதற்கும் முழு வளர்ச்சி பெற்ற அண்ணம் மிக அவசியம். அதனால் அண்ணப் பிளவுடன் பிறக்கும் குழந்தைக்கு முலைப் பாலைச் சப்புவதிலும் விழுங்குவதிலும் சிரமம் உண்டாகும்.

பல் வைத்தியர் அளவெடுத்து அமைத்துத் தரும் தகடு ஒன்றினால் அண்ணத்திலுள்ள பிளவைத் தற்காலிகமாக மறைக்க முடியும். இதனால் சப்பி உண்ணுவதில் உண்டாகும் சிரமத்தையும் தவிர்க்கலாம். மேலும் குழந்தைக்குப் பெரிய ரப்பர் முலை வழியாகப் பாலை ஊட்டலாம். இக்குழந்தைகள் பால் பருகும் போது குறுகிய நேரத்தில் களைத்துப் போவதால் குறைந்த அளவு பாலையே ஒவ்வொரு முறையும் ஊட்ட வேண்டும். அத்துடன் குறுகிய இடைவேளையில் பல தடவைகள் கொடுக்கவேண்டும். இக் குழந்தைகள் பாலுடன் அதிக அளவு காற்றையும் சேர்த்து உட்கொள்வதால் பால் கொடுத்த ஒவ்வொரு



படம்-1. 2 மாதக் குழந்தையின் வலதுபுற அண்ணப் பிளப்பு, அண்ணம் உதடு இரண்டும் முற்றிலும் இணையவில்லை.



படம்-2. 3 மாதக் குழந்தையின் இரு பக்க அண்ணப் பிளப்பு முற்றிலும் அண்ணம் இணையாமல் இருக்கிறது.

முற்றயும் குழந்தையைத் தாயின் தோளில் சாய்த்துக் குழந்தையின் முதுகில் மெதுவாகத் தட்டிக் கொடுத்து ஏப்பம் விடுமாறு செய்ய வேண்டும்.

அண்ணப் பிளவினைச் சரி செய்ய ''ஒட்டு அறுவைச் சிகிச்சை'' (Plastic surgery) தான் மேலானது. இக் குழந்தைகளை மற்ற குழந்தைகளைப் போலவே வளர்க்க வேண்டும். குழந்தை பேசத் தொடங்கு வதற்கு முன்னர் அறுவைச் சிகிச்சை செய்ய வேண்டும். ஒரு வருடத்திலிருந்து 18 மாத வயதிற் குள் செய்ய வேண்டும். அறுவைச் சிகிச்சை செய்யும் முன் குழந்தையின் எடை 20 பவுண்டு இருக்க வேண் டும். எந்த விதமான நோயும் இருக்கக் கூடாது.

அறுவைச் சிகிச்சை செய்வதன் நோக்கம் பிளவை மூடுவதோடு, மிருதுவான, நீளமான நன்கு அசையக் கூடிய அண்ணத்தை ஏற்படுத்துவதுமாகும். பேச்சு சரளமாய், குரல் மாறுபாடுகளுடன் அமைவதற்கு இது அவசியம்.

அறுவைச் சிகிச்சையினால் பெரும்பாலான குழந்தை கள் சுகமடைகின்றன. ஒரு சிலருக்கு இரண்டாம் முறை சரி செய்ய வேண்டிய அவசியம் ஏற்படலாம்.

அறுவைச் சிகிச்சைக்குப் பின்னர் தாய் தன் குழந்தை யை உரக்கப் பேசிப் பாடிப் பழக்க வேண்டும்.

இரா. வே.

நூலோதி

Sabiston – Davis - Christopher *Text Book of Surgery* - Volume - 2, 12th Edition W. B. Saunders Company - London, 1981

அண்ணீரகக் கட்டிகள்

அண்ணீரகம் என்பது ஒரு நாளமில்லாச் சுரப்பி யாகும். நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் ஊக்கிகளை (Hormones) நேராக இரத்தத்தில் சுரக்கின்றன. பேயிலிஸ் (Bayliss) என்ற விஞ்ஞானி 1963ஆம் ஆண்டு முதன் முதலில் ஊக்கி என்ற பொருளைக் கண்டுபிடித் தார். ஊக்கிகளின் முக்கிய வேலை திசுக்களைத் தூண்டுவதே ஆகும்.

அண்ணீரகச் சுரப்பி

இரு சிறுநீரகங்களின் மேல் இரு அண்ணீரகச் சுரப்பி கள் முக்கோணவடிவில் அமைந்துள்ளன. இந்தச் சுரப்பி யின் திசுவின் நடுவில் அகணி (Medulla) என்ற பகுதியும் அதைச் சுற்றிப் புறணி (Cortex) என்ற பகுதியும் இருக் கின்றன. இச்சுரப்பியின் எடை சுமார் 12 கிராம்.

அண்ணீரகப் புறணி

அண்ணீரகப் புறணி வாழ்க்கைக்கு மிகவும் தேவை யான ஒன்றாகும். இதில் மூன்று அடுக்கு உயிரணுக்கள் இருக்கின்றன, இது கார்டிகோஸ்டீராய்ட்ஸ் (corticosteroids), ஆல்டோஸ்டீரான் (Aldosteron), செக்ஸ்ஸ்டீ ராய்ட்ஸ் (sex steroids) போன்ற ஊக்கிகளைச் சுரக் கிறது. காரடிகோஸ்டீரான் இணைப்புத் திசுக்களின் கட்டுப்பாட்டிலும், கொழுப்பு, புரதம் இவற்றைப் பிரிப்பதிலும், கிளைக்கோஜன் (Glycogen) சேர்க்கை யிலும் பங்கு கொள்கிறது. ஆல்டோஸ்டீரான் சோடியத்தைஉடம்பில் தேக்கிவைப்பதிலும், பொட்டா சியத்தை வெளிப்படுத்துவதிலும் பங்கு பெறுகிறது.

அண்ணீரகச் சுரப்பியில் காசம் ஏற்பட்டால் அடிசன் வியாதி (Addison's disease) உண்டாகிறது. இதனால் தோலின் நிறத் துகள்கள் (Pigmentation) அதிக மாதலும், இரத்த அழுத்தம் குறைதலும், தசையில் சோர்வு உண்டாதலும் நடைபெறும். அண்ணீரகச் சுரப்பி அதிகமானால் மிகை இரத்த அழுத்தம் ஏற்படும்.

அண்ணீரக அகணி (Adrenal medulla)

அண்ணீரகச் சுரப்பியின் உள் பாகத்திற்கு அண்ணீரக அகணி என்று பெயர். அண்ணீரக அகணி அட்ரினலின் (Adrenaline), நார்அட்ரினலின் (Nor-adrenaline) என்ற இரண்டு ஊக்கிகளைச் சுரக்கிறது. இந்த அட்ரினலின் ஊக்கி கண் பாவையை விரியச் செய்து பார்வையைத் தெளிவாக்குகிறது. இதயத்துடிப்பை அதிகரிப்பதோடு இரத்தக் குழாயைச் சுருக்கி, இரத்த அழுத்தத்தை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. இது கார்போஹைட்டி ரேட்டின் (Carbohydrate) வளர்சிதை மாற்றத்தில் (basal metabolic rate) பங்கு கொண்டு, இரத்தச் சர்க்கரை (Glucose) அளவை அதிகரிக்கிறது; மேலும் குடலிலுள்ள சுவர்களை விரிவாக்குகிறது. நார் அட்ரினலும் இதே வேலையைத்தான் செய்கிறது. ஆனால் இது அட்ரினலுக்கு மாறாக இதயத் துடிப்பைக் குறைக்கிறது.

அண்ணீரகக் கட்டிகள்

அண்ணீரகத்தில் முக்கியமாக ஆறு விதமான கட்டி கள் ஏற்படுகின்றன. மூன்று கட்டிகள் புறணியி லும் மற்ற மூன்று கட்டிகள் அகணியிலும் ஏற்படு கின்றன. இவற்றில் ஒன்று மிக வீரியமான கட்டி யாகும். மற்றவை அனைத்தும் சாதாரணக் கட்டி களாகும்.

அகணிக் கட்டிகள்

1. க்ரோமோபின் (Chromoffin) உயிரணுக்களி லிருந்து வருபவை பியோக்ரோமோசைடோமா (Pheochromo cytoma)

2. முழு வளர்ச்சியடையாத உயிரணுக்களில் உருவா கும் கட்டி - நியூரோப்ளாஸ்டோமா (Neuroplastoma)

3. முற்றுப் பெற்ற நரம்பு செல்லிலிருந்து வருபவை (Ganglioneuroma)

புறணிக் கட்டிகள்

1. கார்டிசோன் உற்பத்தி செய்யும் உயிரணுக்களில் உண்டாகும் கட்டி - குஷ்ஷிங் வியாதி (Cushing's syndrome).

2. உடலில் உப்புத் தண்ணீரைக் கட்டுப்படுத்தும் உயிரணுக்களில் உண்டாகும் கட்டி - ஆல்டோஸ்டிரான் கட்டி (Aldosterone).

3, பால் (Sex) நிணநீர் உற்பத்தி செய்யும் உயிரணுக்களில் உண்டாகும் கட்டிகள் - அட்ரினோ ஜெனிடல் கட்டி (Adreno genital syndrome)

அ. பியோக்ரோமோ கட்டி

இந்தச் சாதாரண கட்டி வீரியக் கட்டியாக வளரலாம். இது அறுபது விழுக்காடு வரை நார் அட்ரினலினாலும், 40 விழுக்காடு அட்ரினலினாலும் உற்பத்தியாகிறது. பொதுவாக, இடது பக்கத்தில் இந்தக்கட்டி வரும். இது உருண்டையாகவோ முட்டை வடிவத்திலோ அமைந்திருக்கும்; நான்கிலிருந்து எட்டு சென்டி மீட்டர் வரை குறுக்களவு உடையது. இந்தக் கட்டி தொடுவதற்குக் கடினமாகவோ, தண்ணீர் உள்ள பை போலவோ இருக்கும்.

உருப்பெருக்கியின் மூலம் பார்த்தால் பியாக்ரோமோசைட் உயிரணுக்கள் அதிகமகத் தெரியும். அவை வட்டமாகவும் கருநிறத்திலும் இருக்கும்.

இந்நக் கட்டி பெரும்பாலும் 25 வயதிலிருந்து 40 வயதிற்குள்ளவர்களுக்கு வருகிறது. இருபாலாருக்கும் சமமாகத் தோன்றுகிறது. சில சமயங்களில் வழிவழியாகவும் வரலாம். இந்த நோயின் அறிகுறி தற்செயலாகவோ, மிகை இரத்த அழுத்தம், மயக்கம், வாந்தி, படபடப்பு போன்ற காரணங்களுக்காகச் சோதிக்கும் போதோ அறியப்படலாம்.

ஆ. நியுரோப்ளாஸ்டோமா (Neuroplastoma)

இது ஒரு வீரியக் கட்டியாகும். குழந்தையின் முதல் அல்லது இரண்டாவது வயதில் தோன்றும். சில சமயங்களில் இது சாதாரணக் கட்டியாக மாறிவிடலாம், அல்லது கட்டி கரைந்தும் போகலாம்.

இந்தக் கட்டி நியுரோப்ளாஸ்ட் உயிரணுக்களிலிருந்து உத்பத்தியாகிறது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கட்டிகளும் இருக்கலாம்.

வெளித்தோற்றம்

கரடுமுரடான பெரிய கட்டியாகப் புலப்படும், கருஞ் சிவப்பு நிறத்தில் கட்டி இருக்கும். இதைக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் நோக்கினால் இரத்தம் உறைந்தோ சிசுக்கள் அழுகியோ காணப்படும்.

உருப்பெருக்கியில் இதை உற்று நோக்கினால் இதன் உயிரணுக்கள் வட்டமாக இருக்கும். இந்த உயிரணுக்கள் வெள்ளி உப்பை அதிகமாக ஈர்க்கும் திறனுடையவை. இந்தக் கட்டி இரத்தத்தின் மூலமாகவோ, நிணநீர் மூலமாகவோ வேறு இடங்களுக்கு அதிவேகமாகப் பரவும்.

மேலும், நுரையீரலும் உடலிலுள்ள எலும்புகளும் பாதிக்கப்படலாம்.

அறிகுறிகள்

சிறுகுழந்தைப் பருவத்தில் கட்டி தோன்றும் அல்லது குழந்தை கட்டியோடு பிறக்கலாம். இந்த வியாதி பெரியவர்களிடம் காண்பது அரிது. வயிற்றில் வேகமாக வளரும் கட்டிக்காக மருத்துவர்களை அணுகுவர். அல்லது எலும்பு வலிக்காகவோ, நுரையீரல் பாதிப்புக்காகவோ அணுகலாம். குழந்தையைச் சோதித்துப் பார்த்தால் வயிற்றில் பெரும்பான்மையான பகுதியை ஒரே கட்டி அடைத்துக்கொண்டிருப்பது தெரியும்.

ஆய்வகச் சோதனைகள் தெரிவிப்பன

1. இரத்த சோகை (Anaemia)

2. வேனிலிக் மெண்டலிக் அமிலம் (Vanilic mandeleic acid) அதிகமாக இருக்கும்.

3, எலும்பின் உட்பாகத்திலிருந்து திசுக்களை உறிஞ்சிச் சோதித்தால் இந்தக் கட்டிகளின் செல்களைக் காணலாம்.

நுண்கதிர் படப்பிடிப்பு தெரிவிப்பவை

1. மெல்லிய திசுக்களின் அழுத்தமான தோற்றம்.

2, எலும்பின் கருப்பான தோற்றம்.

3. நுரையீரலில் கருப்புப் புள்ளிகள்.

சிகிச்சை முறை

1. அறுவைச் சிகிச்சை

2. நுண்கதிர் வீச்சு (Radio theraphy)

3. என்டாக்ஸின் (Endoxin) அல்லது வின்க்ரிஸ்டின் (Vincristine) போன்ற மருந்துகள் பலனளிக்கலாம்.

இ. கேங்லியோ நியூரோமா கட்டி (Ganglio-Neuroma)

இது நன்றாக முதிர்ச்சியடைந்த கேங்க்லியான் உயிரணுக்களிலிருந்து உற்பத்தியாகிறது. இவை ஒரு கட்டியைத் தான் ஏற்படுத்தும். வேறு எந்த விதமான நோய் அறிகுறியும் தென்படாது. ஆய்வகச் சோதனையின் குறிப்புகள் கூடப் பலனளிக்க மாட்டா. நுண்கதிர் படப்பிடிப்பினால் ஒரு மெல்லிய திசுவின் தோற்றத்தைக் காணலாம்.

சிகிச்சை முறை

அறுவைச் சிகிச்சை தான் ஒரே வழி.

குஷ்ஷிங் கட்டி (Cushing syndrome)

இது அட்ரினல் புறணியிலிருந்து கார்ட்டிசாலால் (Cortisol) உண்டாகும் வியாதியாகும். இது தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பியின் அதிக வேலையினாலோ, அண்ணீரகச் சுரப்பியைத் தூண்டும் ஊக்கியாலோ ஏற்படலாம். தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பியின் பின் பகுதி இரண்டு சுரப்புகளைச் சுரக்கிறது. அவை,

1. ஆக்ஸிடோசின் (Oxytocin)

2. வேசோபிரெசின் (Vasopressin) ஆக்ஸிடோசின் என்ற ஊக்கி கருப்பையைச் சுருக்கி ஈனலுக்கு உதவி புரிகிறது. வேசோபிரெசின் சிறுநீர் நுண்குழல் வழியாகச் செல்லும் சிறுநீரை உறிஞ்சி, வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவைக் குறைக்கிறது. இந்த ஊக்கி குறைந்தால் சிறுநீர் அதிகமாக வெளியேற்றப்படும்.

இந்த நோய் இரண்டு அண்ணீரகக் கட்டிகளின் வீக்கத்தினால் ஏற்படும். இருபது வயது முதல் முப்பது வயது வரை உள்ள பெண்கள் மிகுதியாகப் பாதிக்கப் படுகிறார்கள். உருண்டையான வடிவத்துடன் வட்ட மான முகத்துடன் அதிக செழிப்புடன் நோயாளி தோன்றுவார். முதுகு வலிக்காகவோ, மிகை இரத்த அழுத்தத்திற்காகவோ மருத்துவர்களை அணுகுவர்.

சோதனைகள் தெரிவிப்பன

1. வெள்ளை அணுக்கள் குறைவாக இருக்கும். குறிப்பாக லிம்போஸைட் (Lymphocyte) என்னும் உயிரணுக்கள் குறைந்திருக்கும்.

2. சிவப்பு அணுக்கள் அதிகமாக இருக்கும்.

3. நீரில் சர்க்கரை சத்து மிகையாக இருக்கும்.

நுண்கதிர் படப்பிடிப்பு காட்டுவன

உடம்பிலுள்ள எல்லா எலும்புகளுமே பாதிக்கப்பட்டுக் கரைந்தது போல் ஒரு தோற்றம் புலப்படும். சிறுநீரகத்தில் கற்கள் காணப்படலாம். சிறுநீரில் கார்டிசால் சுமார் மூன்று மடங்கு வரை உயர்ந்திருக்கும்.

சிகிச்சை முறை

1. அறுவைச் சிகிச்சை

2. அண்ணீரகக் கட்டிகளை முழுமையாக நீக்குதல். மேலே செய்த அறுவைச் சிகிச்சையுடன் தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பியின் பின்பகுதியையும் எடுத்து விடலாம்.

தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பியின் முன் பகுதி மீதியுள்ள நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

கோன் வியாதி (Conn's syndrome)

அண்ணீரகப் புறணிச் சுரப்பி கார்டிகோஸ்டீரான், ஆல்டோஸ்டீரான், செக்ஸ்ஸ்டீராய்ட்ஸ் போன்றஊக்கிகளைச் சுரக்கிறது. இந்த வியாதி ஆல்டோஸ்டிரான் என்னும்நீர் அதிகமாகச் சுரப்பதால் ஏற்படுகிறது. இந்தக்கட்டி 3 சென்டிமீட்டர் வரை குறுக்களவு உடையது;தங்க நிறத்திலோ, ஆரஞ்சு வண்ணத்திலோ காணப்படும்.

நோயின் அறிகுறிகள்

மிகை இரத்த அழுத்தம், உடம்பிலுள்ள தசைகளின் பலவீனம், அதிக சிறுநீர் வெளியேற்றம், அதிக நீர் வேட்கை போன்ற நோயின் அறிகுறிகள் நடுத்தர வயதினரிடையே தோன்றும். இவையனைத்தும் பொட்டாசியம் என்னும் உப்புக் குறைவினால் ஏற்படுகின்றன.

சோதனைகள்

1. பொட்டாசியம் உப்பு குறைந்திருக்கும்.

2. சோடியம் உப்பு நிறைய இருக்கும்.

3. சிறுநீரானது காரத்தன்மையுடனும், அடர்த்தி எண் குறைந்தும் இருக்கும். சிறுநீரில் ஆல்டோஸ்டிரான் அதிகரித்தும் இதயத் துடிப்பு தளர்ந்தும் இருக்கும்.

குணப்படுத்தும் முறை

அறுவைச் சிகிச்சை மட்டும் தான்.

இந்த நோயில் பால் மாறுபாடுகள் தோன்றும். அண்ணீரகச் சுரப்பியில் செக்ஸ் ஸ்டீராய்டு அதிகமாகச் சுரப்பதால் பெண்களுக்கு ஆண் குணங்களும், ஆண்களுக்குப் பெண் குணங்களும் ஏற்படும். ஆண், பெண் தன்மைகளை நிர்ணயிக்கும் நீர் தன்னிச்சையாக இயங்குகிறது. அண்ட்ரோஜன் என்னும் நீர் அதிகமாகச் சுரப்பதால் இந்த வித மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

நோய் வெளிப்படும் முறை,எந்த வயதில் இந்த நீர் அதிகமாகச் சுரக்கிறதோ அதைப் பொறுத்து அமையும். பொதுவாக, இது பெண்களிடம் அதிகமாகக் காணப் படுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட பெண்கள் ஆண்களின் தோற்றத்தை வெளிப்படுத்துவார்கள்.

இதனை மூன்று பிரிவுகளாகப் பாகுபாடு செய்யலாம்.

1. குழந்தை கருவிலிருக்கும்போது உண்டாகும் விதம்.

2. பூப்பெய்தும் நிலைக்கு முன் ஏற்படும் விதம்.

3. நன்றாக முதிர்ந்த வயதிற்குப் பிறகு ஏற்படும் விதம்.

1. கருவிலிருக்கும் போது உண்டாகும் விதம்

குழந்தை பிறக்கும் முன்பு அதனுடைய பாலை (Sex) நிர்ணயிப்பது கடினம். இரத்த அணுக்களையோ, வாயிலுள்ள திசுக்களையோ சோதனை செய்து பார்த்தால்தான் குழந்தையின் பாலை நிர்ணயிக்க

முடியும். குழந்தைகள் கார்ட்டிசோன் என்ற மருந்தினால் நல்ல பயன் அடைவார்கள்.

பூப்பெய்தும் நிலைக்கு முன் ஏற்படும் விதம்

பிறக்கும்போது சாதாரண நிலையிலிருந்த குழந்தை மிக வேகமாக வளர்ச்சியடையும். சிறு வயதிலேயே வயது வந்த ஆண்களுக்கான தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கும். கை கால்களிலுள்ள தசைகள் பெருத்தும் வலுவாகவும் இருக்கும்.

குணப்படுத்தும் முறை

1. அறுவைச் சிகிச்சை
2. பால் மாற்றத்திற்கான அறுவைச் சிகிச்சை.

நூலோதி

William Boyd. *A Text book of Pathology*. 8th Edition. Lea & Febiger, Philadelphia, 1970.

ஜி.வி.வி.

அண்ணீரகத்தின் அமைப்பு

அண்ணீரகங்கள் என்பன இரண்டு சிறிய, உடலுக்கு இன்றியமையாத நாளமில்லாச் சுரப்பிகளாகும். இவற்றை அகற்றிவிட்டால் மனிதன் சில மணி நேரத்திற்குள் இறந்துவிடுவான்.

அண்ணீரகங்களின் பணிகள்

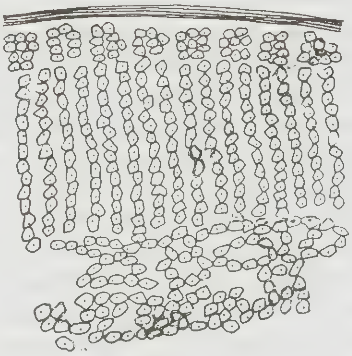
அண்ணீரகத்தின் உட்பாகமான மெடுல்லா (Medulla) என்ற சுரப்பியில் இருந்து சுரக்கப்படும் அட்ரீனலின் (Adrenaline), நார் அட்ரீனலின் (Nor-adrenaline) என்ற ஹார்மோன்கள் (Hormones) இரத்தத்தில் சேர்வதால் திடீர் என ஏற்படும் அச்சம் முதலிய அவசர நிலைகளை மனிதன் சமாளிக்கும் நிலை ஏற்படுகிறது. அண்ணீரகங்களின் வெளிப்பாகமான கார்ட்டெக்ஸ் (Cortex) இல் சுரக்கப்படும் ஹார்மோன்கள் மொத்தமாகக் கார்ட்டிகோஸ்டீராய்ட்ஸ் (Corticosteroids) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவை பல முக்கியப் பணிகளைச் செய்கின்றன.

நமது வயிற்றுக்குள்ளே முதுகுப் பகுதியில் முதுகெலும்பின் வலது இடது பக்கங்களில், பக்கத்திற்கொன்றாகச் சிறுநீரகங்கள் (Kidneys) உள்ளன. அண்ணீரகங்கள் சிறுநீரகங்களின் உச்சியின்மேல் அமர்ந்த வண்ணம் இருக்கின்றன. இவை சிறுநீரகங்களின் அருகில் அமைந்திருப்பதால் (அண்மை நீரகம்—Adrenals) அண்ணீரகம் என அழைக்கப்படுகின்றன.

அண்ணீரகங்களின் சுற்றுச்சூழல் (Relations)

வலது அண்ணீரகம் ரோமாபுரி வீரர்கள் அணியும் தொப்பியைப் (Helmet) போன்றும், இடது அண்ணீரகம் ஓர் அரைச் சந்திரன் வடிவிலும் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொன்றும் 50 மி.மீ. நீளம், 30 மி.மீ. அகலம், 10 மி.மீ. தடிப்பு உள்ளது. ஒவ்வொன்றும் சுமார் 5 கிராம் எடையிருக்கும்.

வலது அண்ணீரகத்தின் முன் பக்கத்தில் கீழ்ப் பெருஞ்சிரையும் (Inferior vena cava), கல்லீரலும் (Liver), பின் பக்கத்தில் வலது சிறுநீரகமும், உதரவிதானமும் (Diaphragm) அமைந்துள்ளன. இடது அண்ணீரகத்தின் முன் பக்கத்தில் கணையமும் (Pancreas), இரைப்பையும் (Stomach), பின்பக்கத்தில் இடது சிறுநீரகமும் உதரவிதானமும் அமைந்துள்ளன.



படம் 1. அண்ணீரகத்தின் குறுக்கு வெட்டு

இரண்டு அண்ணீரகங்களுக்குமிடையில் பெருந்தமனி (Aorta) முதுகெலும்புக்கு முன்னால் மேலிருந்து கீழ் நோக்கி இறங்குகிறது. இரண்டு அண்ணீரகங்களுக்கும் இடையில்பெருந்தமனியிலிருந்து சீலியக் இரத்தக் குழாய் (Coeliac artery) புறப்படுகிறது. சீலியக் இரத்தக் குழாய்க்கும், ஒவ்வோர் அண்ணீரகத்திற்கும் இடையே பக்கத்திற்கொன்றாக சீலியக் நரம்பு முடிச்சுகள் உள்ளன (Coeliac ganglion). இந்த நரம்பு முடிச்சிலிருந்துதான் அண்ணீரகத்தின் அகணிக்கு நரம்புகள் வருகின்றன. இந்த நரம்புகள்தான் அகணியை அட்ரீனலின் சுரக்கத் தூண்டுகின்றன.

அண்ணீரகங்களுக்கு இரத்தம் வழங்கல்

ஒவ்வோர் உறுப்பும் தன் பணியைச் செய்ய அதற்கு இரத்தம் வேண்டும். மேலே குறிப்பிட்டபடி இரண்டு அண்ணீரகங்களுக்கும் நடுவில் பெருந்தமனி மேலிருந்து கீழாக இறங்குகிறது. அப்போது பெருந்தமனியில் இருந்து இரு பக்கங்களிலும் உதரவிதானத்திற்கான இரத்தக் குழாய்களும் (Inferior phrenic arteries) சிறுநீரகங்களுக்கான இரத்தக் குழாய்களும் (Renal arteries) வருகின்றன.

அண்ணீரகங்களுக்கு (1) உதரவிதானத்திற்கான இரத்தக் குழாய்களில் இருந்தும் (2) பெருந்தமனியிலிருந்தும் (3) சிறுநீரகங்களுக்கான இரத்தக் குழாய்களில் இருந்தும் இரத்தம் வருகின்றது. இக்குழாய்கள் அண்ணீரகங்களுக்குத் தேவையான ஆக்சிஜனும், சத்துப் பொருள்களும் செறிந்த இரத்தத்தைக் கொணர்கின்றன.

அண்ணீரகங்களுக்கு வந்த இரத்தமானது ஆக்சிஜன் பொருள்களை அவற்றிற்குக் கொடுத்துவிட்டுக் கார்பன் டை ஆக்சைடு, கழிவுப்பொருள்கள் ஆகியவற்றை எடுத்துக் கொண்டு ஒவ்வோர் அண்ணீரகத்திலிருந்தும் ஒரு சிரை மூலமாக வெளிவருகிறது. வலது அண்ணீரகச் சிரை (Right suprarenal vein) கீழ்ப்பெருஞ்சிரையிலும், இடதுஅண்ணீரகச் சிரை (Left suprarenal vein) இடது சிறுநீரகச் சிரையிலும் (Left renal vein) சேர்கின்றன.

மேற்கூறியவாறு அண்ணீரகங்களுக்கு வந்த இரத்தம் அவற்றினுள் எவ்விதம் விநியோகிக்கப்படுகின்றது என்பதை அண்ணீரகங்களின் உள்ளமைப்பைக் கவனித்துத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

அண்ணீரகங்களின் உள்ளமைப்பு (Histology)

அண்ணீரகங்களின் வெளிப்பகுதி புறணி (Cortex) எனவும், உட்பகுதி அகணி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. புறணி, அகணிகள் 9:1 என்ற விகிதத்தில் அமைந்துள்ளன. புறணியின் வெளிப்பாகமாகிய வெளிப்பரப்பில் நிறைய இரத்தக் குழாய்கள் பின்னிப் பரப்பிக் கிடக்கின்றன (Vascular plexus). புறணியில் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. அவை:

1) வெளியோரப் பகுதி - ஜோனா க்ளோமெருலோஸா (Zona glomerulosa)

2) மையப்பகுதி - ஜோனா ஃபாஸிக்குலேடா (Zona-fasciculata) (இதுதான் தடித்த பகுதி)

3) உட்புறப்பகுதி-ஜோனா ரெட்டிகுலாரிஸ் (Zona-reticularis)

ஜோனா க்ளோமெருலோஸாவில் உள்ள உயிரணுக்கள் வட்ட வட்டக் கூட்டங்களாக அமைந்துள்ளன. மனித அண்ணீரகங்களில் இப்பகுதி அவ்வளவாக இல்லை. ஜோனாஃபாஸிக்குலேடாவில் உள்ள உயிரணுக்கள் நெட்டுப்போக்கில் (Longitudinal columns) நீண்ட வரிசைகளாக அமைக்கப்பெற்றுள்ளன. இவ்வரிசைகளின் இடையிடையே காணப்படும் இரத்தச் சிற்றறைகள் உள்ள (Sinusoids) பகுதிகளில் அண்ணீரகத்திற்கு வந்த இரத்தம் தேங்குவதோடு இந்த உயிரணுக்களின்மேல் பட்டுச்செல்கிறது.

ஜோனாரெட்டிகுளாரிஸில் உள்ள உயிரணுக்கள் பிரிந்து பிரிந்து கூடும் வரிசைகளாக (Branching and anastomosing columns) அமைந்துள்ளன. அகணியானது க்ரோமோஃபின் (Chromoffin) உயிரணுக்களால் ஆனது. இந்த உயிரணுக்களுக்கு இடையே இரத்தச் சிற்றறைகள் உள்ளன.

வெளிப் பரப்பிலுள்ள இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து இரத்தம் ஜோனா க்ளோமெருலோசா மூலமாக, உட்புகுந்து இரத்தச் சிற்றறைகளில் மெதுவாகச் சென்று, முடிவில் அண்ணீரக அசுத்த இரத்தக் குழாய்களின் வழியாக வெளிவருகின்றது. அகணியிலுள்ள இரத்தச் சிற்றறைகளிலிருந்து அண்ணீரகச் சிரை வெளிவருகிறது.

அண்ணீரகத்தில் சுரக்கும் ஹார்மோன்கள்

அண்ணீரகத்தின் பகுதி	சுரக்கப்படும் ஹார்மோன்
1) புறணி	
அ) ஜோனா க்ளோமெருலோஸா	அல்டோஸ்டீரோன் (Aldosterone)
ஆ) ஜோனாஃபாஸிக்குலேட்டா	கார்ட்டிசால், ஹைட்ரோகார்ட்டிசோன். (Cortisol-Hydrocortisone)
இ) ஜோனா ரெட்டிகுலாரிஸ்	ஆண்ட்ரோஜன், ஈஸ்ட்ரஜன், பாலுணர்வு ஊக்கிகள் (Progesterone, estrogens & androgens)
2) அகணி	அட்ரீனலின்-நார் அட்னரீலின்

அண்ணீரகச் சுரப்புக் கோளாறுகளால் ஏற்படும் நோய்கள்

அண்ணீரகத்திலுள்ள சுரப்பிகள் அதிகமாகச் செயல்படுவதாலோ, குறைவாகச் செயல்படுவதாலோ சிற்சில நோய்கள் தோன்றும். காசநோய், புற்றுநோய் ஆகியவை அண்ணீரகத்தில் உண்டாகுமானால் அதன் பணிகள் வெகுவாகப் பாதிக்கப் படுகின்றன. இந்நோய்களின் அறிகுறிகளையும் அவற்றின் காரணங்களையும் தெரிந்து கொள்ளுதல் நலம்.

(அ) அதிகமாகச் செயல்படுவதால் உண்டாகும் விளைவுகள்

1. புறணி அதிகமாகச் செயல்பட்டால் பெரியவர்களுக்கு குஷ்ஷிங்ஸ் ஸின்ட்ரோம் (Cushing's syndrome) என்னும் நோய்தோன்றுகிறது. உடல் பருத்தல் (Obesity), முகம், உடல் ஆகியவற்றில் அளவுக்கு மீறி மயிர் வளர்தல், ஆண்களானால் வீரியமின்மை, பெண்களானால் மாதவிடாய் நின்று விடல் ஆகிய விளைவுகள் தோன்றும்.
2. ஆண்ட்ரோஜன் அதிகமாகச் சுரந்தால் பெண்களுக்கு ஆண் தன்மை, முகத்தில் மீசை வளர்தல் முதலியன உண்டாகும்.
3. ஈஸ்ட்ரோஜன் அதிகமாகச் சுரந்தால் ஆண்களுக்குப் பெண் தன்மை உண்டாகும். (எ. கா.) மார்பகங்கள் வளர்தல் போன்றவை.
4. சிறுவராயிருப்பின் பாலுறுப்புகளில் அளவுக்கு மீறிய வளர்ச்சி ஏற்படலாம். சிறு பெண்களுக்கு மாதவிடாய் ஏற்படலாம்.

(ஆ) அகணி அதிகமாகச் செயல்பட்டால், அட்ரீனலின், நார் அட்ரினலின் அதிகமாகச் சுரந்து இரத்த அழுத்தம் மிகவும் அதிகரிக்கின்றது. திடீர் திடீரென்று படபடப்பு, வியர்வை ஏற்படுதல், இரத்த அழுத்தத்தால் தலைவலி ஆகியவை ஏற்படலாம்.

அதிக காலம் இந்நிலை இருப்பின் மிகை இரத்த அழுத்தத்தால் கண்பார்வை மங்குதலும், சிறுநீர கங்களுக்கு அழிவும் ஏற்படலாம்.

(இ) புறணி குறைவாகச் செயல்பட்டால்,அடிசன் நோய் (Addison's disease) ஏற்படுகிறது. இதில் தசை கள் வலுவின்மை, இரத்த அழுத்தக் குறைவு, சோடியம் பொட்டாசியம் சமநிலை மாற்றங்கள், உள்ளங்கைகள், நாக்கு ஆகியவற்றில் ஒருவித கருப்பு நிறம் போன்றவை ஏற்படும். இறுதியில் மரணமும் நேரலாம்.

இவ்விதமான நோய்களின் அறிகுறிகள் தோன்றின் மருத்துவரை அணுகினால் அண்ணீரகங்கள் குறைவாகச் செயல்படும் நோயாளிகளுக்குச் செயற்கை முறையில் தயாரித்த கார்ட்டிகோஸ்டீராய்டுகளைக் கொடுப்பார். அதனால் நோய் குணமாகும். அதேபோல் அண்ணீரகங் கள் அதிகமாகச் செயல்படும் நோயாளிகளுக்கு அண்ணீ ரகங்களை அகற்றிவிட்டு, உடம்புக்குத் தேவையான அளவு கார்ட்டிகோஸ்டீராய்டுகள் கொடுத்துக் குணப் படுத்த முடியும்.

டி.எஸ்.ரெ.

நூலோதி

Walter Flamenbaum, M.D , Robert J. Hamburger. *Nephrology-an approach to the patient with renal disease* J.B.Lippincott Company. Philadelphia, Toronto, 1982.

அண்ணீரகப்புறணி நோய்கள்

சிறுநீரகத்தை ஒட்டினாற்போல் அமைந்த சுரப்பி அண்ணீரகச் சுரப்பியாகும். இது சிறுநீரகத்தின் உச்சி யில் தொப்பி போட்டதுபோல் அமைந்துள்ளது. ஒவ் வொரு சிறுநீரகத்தின் மேலேயும் ஒன்றாக இரண்டு பக்கங்களிலும் இரண்டு அண்ணீரகச்சுரப்பிகள் உள்ளன. இவை நாளமில்லாச் சுரப்பிகளாகும். இவை தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பி (Pituitary) யின் கட்டுப்பாட்டுக் குள் அடங்கியவை. ஒவ்வோர் அண்ணீரகச் சுரப்பியும் 4-7 கிராம் எடை கொண்டது. இச் சுரப்பி இரண்டு பாகங்களை உடையது. ஒன்று புறணி (Cortex), மற்றது அகணி (Medulla) ஆகும். அண்ணீரகப்புறணி தான் முக்கியமானது; உயிருக்கு இன்றியமையாதது. இச் சுரப்பியின் சுரப்பு குறைந்தாலும் அதிகரித்தாலும் நோய் உண்டாகும்.

இச்சுரப்பி பலவிதமான ஹார்மோன்களைச் சுரக் கிறது. அவற்றுள் முக்கியமானவை மூன்று ஆகும்.

1. அண்ணீரக மாவுப் பொருள் ஹார்மோன் (Glucocorticoids)
2. அண்ணீரக ஆண்மை ஹார்மோன் (Androgen)
3. அண்ணீரகக் கனிம ஹார்மோன்கள் (Mineralocorticoids)

அண்ணீரக மாவுப் பொருள் ஹார்மோன்கள்

இது மாவுப் பொருளை உற்பத்தி செய்து தருகிறது. மாவுப் பொருள் நமக்கு மிகவும் முக்கியமான, தேவைப் படும் ஒன்றாகும். மன எழுச்சியின் போதோ, உடல் வேலையின் போதோ மாவுப்பொருள் அதிகம் தேவைப்படும். அப்போது அண்ணீரக மாவுப் பொருள் ஹார்மோன் சுரக்கிறது; புரதச் சத்துகளிலிருந்து மாவுச் சத்தையும் உண்டாக்கிக் கொடுக்கிறது. மாவுச் சத்திலிருந்து நமக்கு ஊட்டச் சக்தி கிடைக்கிறது. இந்த அண்ணீரக மாவுப் பொருள் ஹார்மோன் அதிக மாகச் சுரந்தால், குஷ்ஷிங் நோய்த் தொகுதி(Cushing's syndrome) ஏற்படுகிறது. குறைவாகச் சுரந்தால் அடிசன் (Addison's) நோய் உண்டாகிறது.

அண்ணீரகக் கனிம ஹார்மோன் ஆல்டோஸ்டீரோன் (Aldosterone) என்று அழைக்கப்படுகிறது. உடலில் உள்ள சோடியம் (Sodium) உப்பையும் பொட்டாசியம் (Potassium) உப்பையும் சீர்படுத்துவதற்கு இந்தக் கனிம ஹார்மோன் முக்கியமானதாகும். இவ் ஊக்கி அதிக மாகச் சுரக்கும்போது கான்நோய்த் தொகுதி (Conn's Syndrome) உண்டாகிறது. இந்த ஹார்மோன்கள் பற்றாக்குறையினால், தனிப்பட்ட வகையில் நோய் உண்டாவது அரிதாகும்.

அண்ணீரக ஆண்மை வீரிய ஹார்மோன் அதிகமாகச் சுரக்கும்போது இன உறுப்புகளிலும், ஆண் பெண் பாகுபாடுகளிலும் மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன.

திடீர் அண்ணீரகப் புறணிச் சுரப்புப் பற்றாக்குறை நோய் (Acute Adrenal Insufficiency)

இது ஓர் அரிதாகக் காணப்படும் ஆபத்தான நோயாகும். அவசரச் சிகிச்சை கொடுப்பது மிகவும் முக்கியமானது. இதில் அண்ணீரகச் சுரப்பி சரிவர வேலை செய்வ தில்லை.இதனால் அதன் உற்பத்தி அளவில் பற்றாக் குறை ஏற்படுகிறது.

1. அண்ணீரகம் மெலிந்து (Atrophy) போதல்
2. அண்ணீரகம் காசநோயினால் பாதிக்கப்படுதல்
3. நுண்ணுயிர்களின் நச்சு இரத்தத்தில் பெருவாரி யாகக் கலந்து அண்ணீரகம் பாழ்படுதல்
4. அறுவைச் சிகிச்சையின் போது அண்ணீரகம் கெட்டு விடுதல்.
5. அண்ணீரக வெளிப்புறச் சுரப்பியின் ஹார்மோன் கள் செயற்கை முறையில் மாத்திரைகளாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அம்மாத்திரைகளை அதிக அளவில் நாள் கணக்கில் சாப்பிட்டுவிட்டு, திடீ ரென நிறுத்திவிடுவதனால் அண்ணீரகம் செய லிழந்து போகும்.

நோயுற்றோர் தளர்ந்தும், வெளுத்தும் காணப் படுவர். மனநிலையில் கலக்கம் இருக்கும். இரத்த அழுத்தம் குறைந்து காணப்படும். நீல வாதை சில

சமயங்களில் இருக்கலாம். வயிற்றுவலி, குமட்டல், வாந்தி முதலியன ஏற்படுவதுண்டு. உடல் நீர் குறைந்து வறட்சி காணப்படும். முடிவில் சிறுநீரகங்கள் பாதிக்கப் பட்டு மரணம் ஏற்படும்.

நோய் தணித்தல்

இந்த ஆபத்தான நோயை உடனடியாகக் கவனித்து மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். செயற்கை அண்ணீரகப் புறணி ஹார்மோன்களை ஊசியின் மூலம் செலுத்த வேண்டும். அண்ணீரகம் கேடு அடைந்ததற்கான காரணங்களைக் கண்டு அவற்றை நீக்க வேண்டும்.

நாட்பட்ட அண்ணீரகப் புறணிப் பற்றாக்குறை நோய் (Chronic Adrenal Insufficiency)

இதற்கு அடிசன் (Addison's) நோய் என்று பெயர் உண்டு.

நோய்க்கான காரணங்கள்

1. தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பி (Pituitary) தளர்ந்து போதல். இதனால் அண்ணீரகம் தூண்டப்படாமல் செயல்திறன் குறைந்து போகிறது.
2. புற்றுநோய் பரவி, அண்ணீரகம் பாதிக்கப்படுதல்.
3. காசநோயினால் அண்ணீரகம் கெடுதல்.
4. அண்ணீரகம் மெலிந்து (Atrophy) மோதல்.
5. அறுவைச் சிகிச்சையின் போது அண்ணீரகம் சீர்கெடல்.

நோயின் அறிகுறிகள்

இந்தநோய் ஆண், பெண் இருபாலரையும் பாதிக்கும். பொதுவாக, முதிர்ந்த வயதினில் உண்டானாலும், இந் நோய் எந்த வயதிலும் வரக்கூடியது,

இந்த நோய் மெல்லத் தொடங்கிப், படிப்படியாக வளரும்; மாதக் கணக்கில் நீடித்து நிற்கும் தன்மை கொண்டது. சோர்வு, களைப்பு, உடல் எடை குறைதல் போன்றவை தொடக்க நிலை அறிகுறிகளாகும். பெண்களுக்கு மாதவிலக்கு நின்று போகலாம். ஆண் களுக்கு இனவிருத்தியில் குறைபாடு ஏற்படலாம். தோலின் நிறப்புள்ளிகள் (Pigmentations) அதிகமாகுதல் ஒரு முக்கியமான அறிகுறியாகும். பசியின்மை, குமட்டல், வயிற்றுக் கோளாறுகள், வயிற்றுப்போக்கு முதலியன ஏற்படும்.

முடி வளர்ச்சி குறைந்து போகும். அக்குள், பாலுறுப்பு கள் ஆகியவற்றில் முடியின் அடர்த்தி குறைந்து காணப் படும்.

தோலில் ஏற்படும் நிறப்புள்ளிகளை உதடு, கன்னம் இவைகளின் உட்புறங்களிலும், பல் ஈறுகளின் மேலேயும் காணலாம். உள்ளங்கைகளிலும், கைகால் மூட்டுகளின் மேலேயும் நிறப்புள்ளிகள் உண்டாகும். தழும்புகளும் தோன்றும். துணி இறுக்கமாகக் கட்டப்படும் இடமான இடுப்பின் மேலேயும் இந்த நிறப்புள்ளிகள் அதிகமாக உண்டாகும்.

நோயைக் கண்டறிதல்

உயிர் வேதியியல் (Biochemistry) மூலமாக, இரத்தத் தை ஆய்ந்து, அண்ணீரகப் புறணிச் சுரப்பியின் ஹார் மோன்களை அளந்து பார்க்கக் கூடும்.

நோய் தணித்தல்

வாழ்நாள் முழுவதும் செயற்கை அண்ணீரக மாத்திரைகளை உண்பது நன்மை பயக்கும்.

அண்ணீரகப் புறணி மிகு சுரப்பு நிலை

இதைக் குஷ்ஷிங் (Cushing's syndrome) நோய்த் தொகுதி என்று சொல்லுவார்கள். அண்ணீரகம் அதிக மாக வேலை செய்வதனால் இந்நோய் உண்டாகின்றது.

நோய்க்கான காரணங்கள்

1. **அண்ணீரகப் புறணி தூண்டுதல் ஹார்மோன்** (Adreno-Cortico Trophic Hormone)

அண்ணீரகப் புறணியைக் கட்டுப்படுத்துவது தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பி. இச்சுரப்பியில் உண்டாகும் ஹார் மோன் அண்ணீரகப்புறணியைத் தூண்டிவிடுகிறது. சில சமயங்களில் இந்த ஹார்மோன் மற்ற உறுப்பு களினாலும் சுரக்கப்படும். நுரையீரல் புற்று நோய், கணையப் புற்றுநோய், அண்டப்பைக் கட்டிகள் போன்றவை அண்ணீரகப் புறணியைத் தூண்டி அதிக வேலை செய்ய வைக்கின்றன.

2. தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பியின் தூண்டுதல் அதிகமாக இருந்தாலும் இந்நோய் உண்டாகும்.
3. அண்ணீரகம் பெருத்து (Hypertrophy) விடுதல்.
4. அண்ணீரகப் புற்று நோய்.

நோய்க்கான அறிகுறிகள்

இந்நோய் பெரும்பாலும் 40 அல்லது50 வயதினில் ஏற்படும். இருப்பினும், எந்த வயதினிலும் வரலாம். பெண்கள் அதிகம் பாதிக்கப்படுகின்றனர். இது மெல்ல மெல்லத் தொடங்கி, மாதக் கணக்கில் வளர்கின்ற ஒரு நோய்.

சோர்வு, முதுகுவலி, உடல் பெருத்து விடுதல் முதலிய அறிகுறிகள் தோன்றும். முகத்தில் பருக்கள் பல உண் டாகும். பெண்களுக்கு முடி வளர்ச்சி அதிகமாக இருக் கும். முகத்திலும் முகவாய்க் கட்டையிலும் அதிக முடி வளர்ந்திருப்பதைக் காணலாம். முகம் வட்டமாக இருக்கும். அவர்களின் மாத விலக்கின் போக்கில் ஒழுங்கு கெடும். மாதவிலக்கு நின்றும் போகலாம். மனநிலையில் மாற்றங்கள் ஏற்படும். மனத்தளர்ச்சி உண்டாகும். தோல் மெலிந்து விடும்; அத்துடன், மிகவும் சுருங்கியும் இருக்கும். தழும்புகள் (Striae) போன்ற கோடுகள் ஏராளமாகக் காணலாம். இரத்தம் தோலுக்கு அடியில் கசிந்திருப்பதைப் (Petichial Haemorrhage) பார்க்க முடியும்.

நோயுற்றோரின் தோற்றம், பார்த்தவுடன் அண்ணீரகப் புறணி அதிகரிப்பு நோய் என்று சொல்லும் வண்ணம் அமைந்திருக்கும். கை-கால்கள் மெலிந்தும், மார்பு, வயிறுபாகங்கள் பெருத்தும் காணப்படும். ஆக, மொத்தத்தில் நீர்ப் பானையை ஒத்த உருவம் கொண்டிருப்பார்கள்.

மாவுப் பொருளும், திரவமும் அதிகம் சுரப்பதால், இவர்களுக்கு நீரிழிவு நோய் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. நீரிழிவு நோயின் அறிகுறிகள் காணப்படும்.

இந்நோய் உடையோருக்கு இரத்த அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும். இதனால் இதயம் வீங்கியும், தளர்ந்தும் காணப்படும்.

நோய் தணித்தல்: அறுவைச் சிகிச்சை முறை பயன் தரும். நிரிழிவு நோயையும் இரத்த அழுத்தநோயையும் கண்காணித்து அதற்குரிய மருத்துவம் செய்ய வேண்டும்.

அண்ணீரகக் கனிம உப்பு ஹார்மோன் அதிகரிப்பு நிலை (Aldosteronism)

இது தாது உப்பு ஹார்மோன் அதிகம் சுரப்பதால் உண்டாகும் நோய். இதைக் கான் நோய்த் தொகுதி (Conn's syndrome) என்பார்கள்.

நோய்க்கான காரணங்கள்

1. அண்ணீரகப் புற்று நோய்க் கட்டிகள்.
2. அண்ணீரக அடினோமோ (Adenoma) கட்டிகள். வலது அல்லது இடது அண்ணீரகங்களில் ஏதாவது ஒன்று கேடடைந்திருக்கலாம்.

நோயின் அறிகுறிகள்

பெரும்பாலும் 30இலிருந்து 50 வயது வரை ஏற்படக் கூடிய நோய் இது. பொதுவாகப் பெண்களுக்குப் பெரிதும் ஏற்படக்கூடியது. இந்நோயைக் கண்டறிய மிக நுட்பமான, கடினமான சில ஆய்வுகள் தேவைப் படுகின்றன. ஆகவே, நோயைக் கண்டுபிடிப்பதில் சிக்கல்கள் பல உள்ளன. அதனால் கான் நோய்த் தொகுதி அரிதாகவே கண்டறியப்படுகிறது.

தாது உப்பு நீர்மம் சிறுநீரகங்களின் வடிகால் குழாய்களின் வேலைகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இதனால் சோடியம் (Sodium) உப்பு உடலில் தக்க வைக்கப் படுகிறது. பொட்டாசியம் உப்பு வெளியேற்றப் படுகிறது. உடலில் காணப்படும் பல அறிகுறிகளுக்கு அதிக சோடியம் உப்பும், குறைந்த பொட்டாசியம் உப்பும் காரணங்களாக விளங்குகின்றன. சோடியம் உப்பின் அளவு கூடுவதால் இரத்த அழுத்தமும் அதிகமாகின்றது. இதனால் தலைவலி போன்ற விளைவுகள் உண்டாகின்றன.

பொட்டாசியம் உப்பு அளவு பின் குறைவதால் உடல் தளர்ச்சியும் தசைகளில் பெரும் சோர்வும் ஏற்படும். சோர்வுற்ற தசைகள், கால்களில் வாதநோயை அவ்வப் போது தோற்றுவிக்கும். பொட்டாசியம் உப்பின் அளவு குறைந்து விடுவதால் சிறுநீரகங்கள் பாதிக்கப் படலாம். அதிகம் சிறுநீர் போதல், அதிக தாகம் எடுத்தல் போன்றவை அதனால் ஏற்படும் விளைவுகள் ஆகும். சிறுநீரகங்கள் தளர்ந்து சீர்கெட்டுப் போவதுண்டு. இதயத் தளர்ச்சியும் உண்டாகலாம்.

நோயை அறியும் முறை

உயிர் வேதியியல் முறைப்படி நோயை ஓரளவு ஊகிக்க முடியும்.

நோய் தணித்தல்

அறுவைச் சிகிச்சை பயன்தரும். அறுவை முறை ஒத்துவராத நிலையில், தேவையான சில மாத்திரைகள் கொடுத்து நோயை ஓரளவு கட்டுப்படுத்தலாம்.

அண்ணீரக ஆண்மை வீரிய நோய்த் தொகுப்பு (Adreno-Genital Syndrome)

இது ஓர் அரிய நோய். இந்நோய்க்கான காரணங்கள்,

1. அண்ணீரகம் பெருத்தல் (Hypertrophy)
2. அண்ணீரகப் புற்று நோய், ஆகியன.

ஆண்மை வீரிய நோய் மட்டும் தனித்துக் காணப்படும், அல்லது கான் நோய்த் தொகுதியுடனோ, குஷ்ஷிங் நோய்த் தொகுதியுடனோ சேர்ந்து காணப்படும்.

பிறப்பிலேயே இந்நோய் ஏற்படுவதுண்டு. இள வயதிலும் வரலாம். முதிர்ந்த வயது இந்நோய்க்கு விலக்கு அன்று.

பெண் குழந்தை பிறந்தவுடன் அதன் இன உறுப்பில் மாற்றம் தெரியும். பெண் இன உறுப்பு என்று உறுதியாகச் சொல்ல முடியாத வகையில் அவ்வுறுப்பு இருக்கும். ஆண் குழந்தையோ என்று ஐயுறும் வகையில் பெண் இன உறுப்பு விளங்கும். இதை அலி எனலாம். ஆண் குழந்தையானால், வளர்ந்த குழந்தைக்கு இருக்க வேண்டிய அளவைவிட ஆண் குறி பெரிதாகக் காணப் படும்.

இக் குழந்தைகளின் வளர்ச்சியில் ஒரு முக்கிய மாறுபாட்டைக் காண முடியும். ஆண்மை வீரிய ஊக்கி, எலும்பு வளர்ச்சியில் பங்கு பெற்றுள்ளது. ஆகவே, எலும்பு வளர்ச்சி வேகமாக அவர்களிடம் காணப்படும். சுமார் ஐந்து வயது குழந்தையின் எலும்புகளை எக்ஸ் கதிர் மூலம் படம் எடுத்துப் பார்த்தால், அவை 8 அல்லது 10 வயதான குழந்தைகளின் எலும்புகளை ஒத்திருக்கும். எலும்புகள் சீக்கிரம் வளர்ந்து முடிந்து விடுகின்றன. இதனால், மார்பும் வயிறு பாகமும் வளர்ந்து கொண்டிருக்கக் கைகால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி நின்று போய் இருக்கும்.

வயதான பெண்களிடம் இந்த ஆண்மை வீரிய நோய் காணப்படும் போது சில மாற்றங்கள் உண்டாகலாம்.

குரலில் ஆண்மைத்தன்மை ஏற்படும். முகப்பரு வரலாம். தலையில் வழுக்கை காணப்படும். தசைகள் பெருத்தும் வலிவுடனும் இருக்கும். உடலெங்கும் நிறைய, அடர்த்தியான முடி முளைத்து நிற்கும். மார் பாகங்கள் சுருங்கிப் போகும். மாத விலக்கு நின்று விடும். இன உறுப்புப் பெருத்து விடும். இனப்பெருக்க உணர்ச்சி எல்லை மீறிக் காணப்படும்.

நோய்க்கு மருத்துவம் அறுவைச்சிகிச்சை. அது இன உறுப்பு மாற்றங்களுக்குத் துணை செய்யும்.

வ. ந.

நூலோதி

1. **Beeson and Mc. Dermott** *Text Book Medicine*, Fourteenth Edition - Ganndeas - Igakughoin. 1978.
2. **Blaschko - H - Smith A.D. and Seyers - G** (1979) *Hand Book of Physiology, Section-7-Endocrinology*. Vol. 6. Adrenal gland American Physiological Society, Washington O.C. 1981.
3. **William Boyd,** *A Text Book of Pathology. Structure and Function in disease* VIIIth Edition. Publishers: Lea & Febiger, Philadelphia 1981.

அண்ணீரக மிகை இயக்கம்

பிட்யூடரி சுரப்பி (Pituitary gland), தைராய்டு சுரப்பி (Thyroid gland), பேராதைராய்டு சுரப்பி (Para thoroid gland), அட்ரினல் சுரப்பி (Adrenal gland) என்ற பலவகை நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் உள்ளன. சிறுநீரகத்தின் மேல் அமைந்துள்ள ''அண்ணீரகச் சுரப்பி'' பிறவியிலேயே சற்று அதிகம் சுரக்கும் தன்மையுடன் அமைந்துள்ளது, இதனால் சுரக்கப்படும் ''அன்ட்ரோஜன்'' என்ற சுரப்பு (Androgen) அதிகமாவதையும், அண்ணீரகக் கட்டிகளால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் இத்தலைப்பு குறிக்கும்.

இயல்பாக மனித வாழ்க்கையில் ஆணென்றும், பெண்ணென்றும் பகுத்தறிந்து அவரவர்களுக்கேற்ப, பழக்க வழக்கங்களும் அங்க அமைப்புகளும் அமைவதை நாம் பார்த்து வருகிறோம். ஆனால் இரண்டும் கெட்டான் நிலையில் ஆணா, பெண்ணா என எளிதில் பகுத்தறிய முடியாத ''அலிகள்'' என அழைக்கப்படும் சிலரையும் நாம் சந்திக்க நேரிடுகிறது.

இச் சீர்கோட்டிற்குக் காரணமாக முக்கியமாக இரண்டு நிலைகளைக் கூறலாம்.

1. **பிறவிக் கோளாறுகள்**

அ. 21 -ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் கோளாறு. (21-Hydroxylase defect)

ஆ. 11-ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் கோளாறு. (11-Hydroxylase defect)

இ. 3-பி-ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் கோளாறு (பெண்கள்) (3-B-Hydroxylase defect) (Females)

2. **புற்றுக் கட்டிகள்**

அ. சுரப்பியைத் தாக்கும் புற்று நோய் (Carcinoma)

ஆ. அடினோமா என அழைக்கப்படும் சாதாரணக் கட்டி (Benign adenoma), குறிப்பாக டெஸ்டோஸ்டிரான் அதிகம் சுரத்தல். (Isolated testosteron secretion)

இதனால் ஏற்படும் விளைவுகள்

90 விழுக்காட்டிற்கும் மேற்பட்ட இக்கோளாறினால் பாதிக்கப்பட்டோரிடையே 21-ஹைட்ராக்ஸி லேஸ் குறைவின் காரணமாய் (1) உப்பிழக்கும் தன்மை நிலை (2) உப்பு இழப்பில்லா நிலை என இரு முக்கியக் கோளாறுகள் நிகழ்கின்றன.

எனினும் இக் குறைகளால் பாதிக்கப்பட்டோரில் ஏறத்தாழ 50 விழுக்காட்டிற்கும் மேற்பட்டோர் உப்பிழப்புத் தன்மை ஈடு செய்யப்பட்ட நிலையில் கீழ்க் கண்ட அறிகுறிகளோடு மருத்துவ ஆலோசனைக்கு வருகின்றனர்.

உப்பிழப்புத் தன்மை இல்லா நோயாளிகள் (Non-salt losing patients) **ஆண்களில்:**

பிறக்கும்போது இயல்பாகவே பிறக்கும் ஓர் ஆண் குழந்தை இத்தகைய கோளாறினால் பாதிக்கப்பட்ட நிலையில் 6 ஆவது மாதம் தொடங்கி 4 அல்லது 5 வயதுக்குள் கீழ்க்கண்ட அறிகுறிகளை வெளிப்படுத்தும்.

1. ஆண்குறி (Penis) வயதுக்கு மீறிப் பெருத்தல்
2. டெஸ்டிஸ் (Testes) என அழைக்கப்படும் விரைகள் பெருத்தல்
3. ''புராஸ்டேட்'' எனப்படும் ஆண்மைச் சுரப்பியின் அளவு பெருத்தல் (prostate)
4. ஆண்குறியின் இரு புறமும் அடர்த்தியான ரோமம் (Pubic Hair) வளர்தல்
5. பெரியவர்கள் போன்று குரல் மாறுதல் (Voice change)
6. முகப்பருக்கள் ஏற்படுதல்(Acne)

இவற்றோடு எலும்பின் வளர்ச்சியும் அதிகரிப்பதால், எலும்புகளின் வளர்ச்சிப்பகுதி விரைவில் கூடிவிடுவதால் பெரியவர்கள் போன்று தோற்றத்தையும் அடைவர். மன நிலையில் பாதிப்பு ஏற்படாவிடினும் மாறுபட்ட வளர்ச்சியின் காரணமாக நடையுடை பாவனைகளில் அவ்வப்போது சில மாறுதல்கள் நிகழலாம்.

படம் 1. ஆண்குறி, விரைகள் வயதுக்கு மீறிப் பெருத்த நிலை

பெண்களில்:

ஆண்களில் நிகழ்வதற்கு மாறாக இக்குறையால் பாதிக்கப்பட்ட பெண்களுக்குப் பிறவியிலேயே சில மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

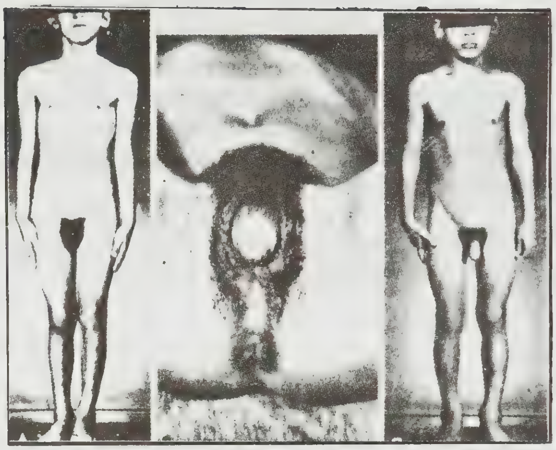
பெண் குழந்தை பிறக்கும் போதே பெண்குறியில் ஆண்குறி போன்ற தோற்றத்துடன் பருத்த பெண் குறி உறுப்புகள் தோன்றும் (Enlarged clitoris). உள்ளடங்கிய பெண் உறுப்புகளில் பொதுவாக மாற்றம் நிகழ்வதில்லை.

பிறந்த பின்பு ஆண் தன்மை அதிகமாக அதிகமாக, அக்குளிலும் பெண்குறிப் பக்கங்களிலும் உரோம வளர்ச்சியும் முகப்பருக்களும், குரலில் ஆண் வாடை வீசுவதுமாகப் படிப்படியாக, பருவமடையுமுன்பே இம்மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. இந்நிலையில் பாதிக்கப்பட்ட பெண் பிள்ளைகள் உயரம் அதிகமாகி, ஆண்மை உடல் அமைப்போடு காணப்படுவார்கள். எனினும் மார்பக வளர்ச்சியும் மாத விடாயும் உரிய சிகிச்சை அளித்தால் அன்றி இவர்கட்கு ஏற்படா.

முதலில் தக்க மருத்துவ ஆய்வின் மூலம் பகுத்தறியாமல் நீண்ட காலம் ஆண்கள் போலவே வளர்க்கப்பட்ட சிலரும், திருமணம்கூடச் செய்து கொண்டவராக உள்ள சிலரும் இருக்கின்றனர்.

உப்பிழக்கும் தன்மையுள்ள நோயாளிகள் (Salt losing patients)

இத்தகைய குறையுடைய ஆண் குழந்தைகள் தொடக்கத்திலிருந்தே சீரான வளர்ச்சிபெறாமல் எடை கூடாமை, பசியின்மை, தொடர்ந்து வாந்தி எடுத்தல், நீர் வற்றிய நிலை, இதயத் துடிப்பில் மாறுதல்கள், சில



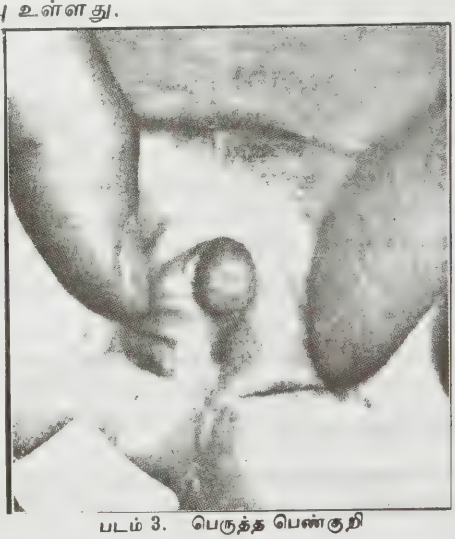
படம் 2. பெண்குறியில் ஆண்குறி போன்ற தோற்றம்; அதீத உரோம வளர்ச்சி

சமயங்களில் மூச்சுத் திணறல், நீலவாதை ஆகிய அறிகுறிகளோடு தகுந்த சிகிச்சை அளிக்கப்படாவிட்டால் விரைவில் உயிரிழக்கும் நிலையை அடைகின்றனர்.

இக்குறையால் பாதிக்கப்பட்ட பெண் குழந்தைகள் மேற்குறிப்பிட்ட அறிகுறிகளோடு ஆண் தன்மை உடைய பெண் குறிகளுடன் விளங்குவதால் அவர்களை எளிதில் அடையாளம் கண்டு கொள்ளலாம்.

ஹைட்ரோ கார்டிசோன் (Hydro cortisone) மருந்தை தினமும் 5 வயதுக்குட்பட்ட குழந்தைக்கு 10 முதல் 20 மில்லி கிராம், 5முதல் 12வயதுக்குட்பட்ட குழந்தைக்கு 20 முதல் 30 மில்லிகிராம், 12 வயதுக்குமேல் 30 முதல் 50 மில்லிகிராம் என்ற அளவில் கொடுத்து வர மேற்படி மாற்றங்களைப் படிப்படியாகக் குறைக்கலாம்.

பெருத்த பெண்குறியை 9 மாதம் முதல் 1 வருடத்திற்குள் அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் சரி செய்யலாம். 16 வயதுக்கு மேல் தாமதமாக மாதவிடாய் ஏற்படும் வாய்ப்பு உள்ளது.



படம் 3. பெருத்த பெண்குறி

அண்ணீரகப் புற்றுநோய்க்கட்டியால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளுக்கு ஏற்படும் அறிகுறிகள்

பெண் குழந்தைகளுக்கு ஆண் தன்மை அறிகுறிகள் உண்டாவதும்,ஆண் குழந்தைகளுக்குப் பருவ வயதுக்கு முன்னரே பருவ மாற்றங்கள் ஏற்படுவதும்,இருபாலாருக்கும் மிகை இரத்த அழுத்தம் ஏற்படுவதும் இந்நோயின் தன்மைகளாகும்.

ஆண் குழந்தைகளுக்கு ஏற்கெனவே விவரித்தது போன்ற மாற்றங்களும், பெண் குழந்தைகளுக்குப் பிறவியில் எந்த விதமான மாற்றமும் இல்லாமல், வளர வளர ஆண் தன்மை ஏற்படுதலும் அண்ணீரகக் கட்டிக் கோளாறின் அறிகுறிகளாகும்.

அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் கட்டியை அகற்றிய பின்னர் தொடர்ந்து நாள் ஒன்றுக்கு 100 மில்லிகிராம் கார்ட்டிசோன் மருந்தை 3 அல்லது 4 நாட்களுக்குக் கொடுப்பதோடு போதுமான அளவில் தண்ணீர், குளுக்கோஸ், உப்பு முதலியவையும் அளிக்கப்படவேண்டும்.

மீண்டும் கட்டிகள் ஏற்படும் வாய்ப்பு அதிகமுள்ள காரணத்தால் ''மிட்டோடேன்'' (Mitotane) மருந்தைத் தொடர்ந்து கொடுத்து வருவதும் அவசியமாகும்

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் பெரும்பாலும் கருத்ரித்த காலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களால், பிறந்த பின்னர் நிகழும் இம்மாறுதல்களுக்குத் தடுப்பு முறைகள் ஏதும் இல்லை என்ற போதிலும், குறைகள் உள்ள குழந்தைகளைத் தொடக்கக்காலத்திலேயே மருத்துவ ஆய்வுகட்கு உட்படுத்தி அவர்களுக்குத் தேவையான சிகிச்சை அளிக்கலாம். உடன் பிறப்புகளையும் ஆய்வு செய்வது அவசியமாகும். தொடக்கக் காலச் சிகிச்சை மூலம் நல்ல பலன்கள் ஏற்படும் வாய்ப்புகள் உண்டு.

அ.பா.

அண்ணீரக வெண்மூளை அழிவு நோய்

மூளையின் பெரும்பாகமான பெருமூளையின் வெளிப் பகுதியான பெருமூளைப் புறணியில் (Cerebral cortex) மூளை நரம்புகளின் திசுக்கள் அடர்த்தியாகச் சேர்ந்திருக்கும். இது சாம்பல் நிறப்பகுதி (Gray matter) ஆகும். உட்பகுதியின் பெரும்பாகம் மேற்குறிப்பிட்ட திசுக்களின் வால் பகுதிகள் ஒன்று சேர்ந்து கீழ் நோக்கி மூளைத் தண்டுக்கு வந்து சேரும். இவை வெண்மை நிறத்தில் இருக்கும். ஒவ்வொரு நரம்பும் மயலின் (Myeline) என்ற மேலுறையுடன் காணப்படும். இது வெள்ளை நிறப்பகுதி (White matter) என்று அழைக்கப் படுகிறது.

மூளையின் வெண் பகுதிக்கு அழிவு உண்டாக்கக் கூடிய நோய்க்கு வெண்மூளை அழிவு நோய் என்று பெயர். அண்ணீரகச் சுரப்பியின் வேலை குறைவு பட்டால், உடல் மெலிந்து உடலின் பல பாகங்களில் கருமை நிறத் திட்டுகள் தோன்றும். குறிப்பாக மூட்டுகளின் பக்கத்தில் உள்ள தோல்பகுதியில் இவை நன்கு தெரியும். இத்தகைய கருமை படர்ந்த மேனியும், மூளை நரம்புகளின் மேலுறை அகன்று அதனால் ஏற்படும் கை கால் வாதம், அறிவுத் திறன் குன்றுதல், கை கால் நடுக்கம், நடையில் தள்ளாட்டம் முதலான மூளை வளர்ச்சி குன்றியும் உள்ள நிலைக்கு அண்ணீரக - வெண்மூளை அழிவு நோய் (Adreno-Leucodystrophy) என்று பெயர்.

1912ஆம் ஆண்டு ஷில்டர் (Schilder) என்பவர் மூளை வெண் பகுதி பாதிக்கப்பட்ட சிலரைப் பற்றி ஆய்வு செய்து அதற்குப் பரவலான இரத்த நாளத் தடிப்பு (Diffuse sclerosis) என்று பெயரிட்டார். இது அவர் பெயராலேயே ஷில்டர்ஸ் வியாதி என்று அழைக்கப்பட்டது. மேற்குறிப்பிட்ட வியாதியின் தன்மையுடன் அண்ணீரகச் சுரப்பியின் வேலைப் பாதிப்பும் சேர்ந்து வரக்கூடிய நோய்க்கு அண்ணீரக வெண்மூளை அழிவு நோய் என்று தனிப் பெயர் வைக்கப்பட்டது. மேலும் இது சிறு குழந்தைகளிடையே மிகவும் அரிதாகத் தென்படும்; குறிப்பாக ஆண் குழந்தைகளை மட்டுமே பாதிக்கக் கூடியது. குடும்பத்தில் ஒரே தலைமுறையில் தாய்வழி உறவினர்கள் அண்ணீரக நோயான அடிசன்ஸ் நோய் (Addison's disease) அல்லது மூளை நரம்பு நோயினால் பாதிக்கப்பட்டிருப்பர். சமீப காலத்தில் ஹோஃப்நேகல் (Hoef Nagel) 1962இலும், ஆகுலிர் (Aguilar) 1967இலும், கிரே (Gray) 1969இலும், டிலாங்கு (Delong) 1982இலுமாக இந்த நோயைப் பற்றித் தொடர்ந்து ஆய்ந்திருக்கிறார்கள்.

நோயின் அறிகுறிகள்

இந்நோயின் அறிகுறிகள் தென்பட்ட இரண்டு, மூன்று ஆண்டுகளுக்குள்ளேயே இது உயிருக்கே உலை வைக்கும் தன்மையுடையது. பாதிக்கப்பட்டோருக்குக் கண் பார்வை சிறிது சிறிதாகக் குன்றி வரும்; மூளை வளர்ச்சியில் தடை ஏற்பட்டு அறிவுத்திறன் குறைவுபடும். அடிப்படையில் ஒரு சில உடற்கூறு வேதியியல் மாற்றங்களினால் இது ஏற்படும். இதனால் நரம்புகளின் மூலம் செல்லும் உணர்வும், ஆணைகளும் சரிவரத் தேவையான பாகங்களுக்குப் போய்ச் சேருவதில் சிரமம் ஏற்படுகின்றது. நரம்பு வால்களின் மயலின் என்று சொல்லப்படும் மேலுறைகள் பெரும் அளவில் இருந்தால் நரம்பு உணர்வுகள் அதிவேகத்தில் எடுத்துச் செல்லப்படும். இவை பாதிக்கப்பட்டால் வேகம் தடைப்படும். சில சமயங்களில் உணர்வுகள் சிறு மூளைக்குச் சேரவே முடியாமல் தாமதம் ஏற்படும். நோயின் கடுமை ஏழு அல்லது எட்டு வயதிற்குள் முற்றிய நிலையை எய்தி உயிருக்கு ஆபத்து விளைவிக்கும்.

நோயின் அறிகுறிகள் அடிப்படையில் இரண்டு விதத்தில் தோன்றுகின்றன: 1. அண்ணீரகச் சுரப்பியின் வேலைக் குறைவினால் ஏற்படும் விளைவுகள். 2. மூளை நரம்புகளின் பாதிப்பினால் ஏற்படும் விளைவுகள். 50% நோயாளிகளுக்கு மூளை நரம்பு பாதிக்கப்படுவதற்கு மூன்று ஆண்டுகளுக்கு முன்னதாகவே உடல் கறுத்து மெலனோடெர்மா என்ற அறிகுறி (Melanode-

rma) தென்படும். அடுத்தடுத்து ஏற்படும் அண்ணீரகச் சுரப்பியின் வேலை தட்டுப்பாட்டிற்கு அண்ணீரக நெருக்கடி (Adrenal crisis) என்று பெயர். இது சரிவரக் கவனிக்கப்படாவிட்டால், நோயாளியின் மூளை பாதிப்புக்குரிய அறிகுறிகள் தோன்றுவதற்கு முன்னதாகவே இறப்பு நேரிடலாம். மூளை பாதிப்பு சாதாரணமாக 5 முதல் 10 வயதுக்குள்ளாக ஏற்படுகிறது. முக்கியமாக நடத்தையில்மாற்றம், பள்ளியில் மேம்பாடு இல்லாமை, பார்வைக் குறைவு போன்றவை தோன்றும். பார்வை உணரும் மூளையின் புறணி (Cortex) பாதிக்கப்படும். அடுத்து பார்வை நரம்பும் உணர்வு விழித்திரையும் (Retina) பாதிக்கப்படும். நிலை தடுமாறுதல், கை கால் விறைத்துக் காணப்படுதல், கண்களை உருட்டுவதற்கும் காது கேட்பதற்கும் உரிய நரம்புகள் பாதிக்கப்படுதல் போன்றவை ஏற்படுகின்றன.

நோய் அறிதல்

பொதுவாகச் செய்யப்படும் இரத்தச் சிறுநீர் ஆய்வுகள் சரியாக இருக்கும். குறிப்பாக, சோடியம் (Sodium), பொட்டாசியம் (Potassium) முதலியன அண்ணீரகச் சுரப்பி பாதிப்பினால் குறைவுபடும். முதுகுத்தண்டு நீரில் புரதம் அளவு மிகுந்து, 200 மி. கிராமுக்கு மேல் காணப்படும். கூழ்த்தங்க வரைபடத்தின் (Colloidal gold curve) முதற் பகுதி மிகுந்து காணப்படும். மூளை மின் வரைவியில் (Electro-encephalography) டெல்டா (Delta) எனப்படும் குறைந்த வேக அலைகள் தென்படும். அவை குறிப்பாக முதலில் மூளையின் பின் பகுதியில் தோன்றும். நோய் முற்றிய நிலையில் எல்லா இடங்களுக்கும் பரவும்.

17-ஹைட்ராக்ஸி கார்டிகோ ஸ்டீராய்டு 17-Hydroxy cortico steroid), 17-கீடோ ஸ்டீராய்டு (17-Keto steroid), அட்ரீனோ கார்டிகோ டிராபின் ஊக்கி (ACTH)களைக் கொடுத்து அண்ணீரகச் சுரப்பியை எழுச்சி கொள்ளச்செய்தால்கூட நோய் குறைந்து காணப்படும். இதனால் அண்ணீரகச் சுரப்பி வேலை குறைவுக்குக் காரணம் அந்த சுரப்பியில்தான் நோய் உண்டாகியிருக்கிறது என்று உறுதியாகிறது. மூளையின் திசுக்களைச் சிறிது ஊசி மூலம் எடுத்து ஆய்வு செய்தால் (Biopsy) கொலஸ்ட்ரால் எஸ்டர் குறைந்து இருப்பது தெரியும். இது பரவலான இரத்த நாளச் சுவர்த்தடிப்பு (Diffuse sclerosis), பல்முனை இரத்த நாளச் சுவர்த்தடிப்பு (Multiple sclerosis) இரண்டிலும் அதிகமாக இருக்கும்.

இரத்தக் குழாயைச் சுற்றி, லிம்போசைட் (Lymphocyte) திசுக்களில் காணப்படும். மற்றும் பி.ஏ-எஸ். பாஸிடின் பொருள்கள் மிகுந்து (Periodic acid shiff reaction) காணப்படும். கேட் அலகிடும் (C.A.T. scan) கருவி இதை மிகவும் துல்லியமாகத் தெரிவிக்கும். மூளை வெண்பகுதி, மூளைத் தண்டு (Brain stem), சிறுமூளை (Cerebellum) பாதிக்கப்பட்டிருக்கும். ஆஸ்ரோசைட் (Astrocyte), மைக்ரோகிளியா (Microgicia) அதிகமாகக் காணப்படும். மின் உருப்பெருக்கி, இஸ்டோ வேதியியல் ஆய்வு முதலியன இதைத் துல்லியமாகக் காட்டும்.

சிகிச்சை முறை

நோய்க்கான மூலம் முழுமையாகக் கண்டறியப் படாததால் முழுமையான சிகிச்சைக்கு இன்னும் வழி பிறக்கவில்லை. ஸ்டீராய்டு கார்டிசோன் (Steroid cortisone) என்ற மருந்து கொடுக்கப்பட வேண்டும். அதுவும் இரத்தத்தில் குறைந்துள்ளவற்றை ஈடு செய்யும் அளவில் இருக்க வேண்டும். அளவுக்கதிகமாகக் கொடுத்தால் விளைவு விபரீதம் ஆகிவிடும். நரம்புகளின் மேலுறையான மயலின் பாதிப்பு, தொடர்ந்து நடந்து கொண்டுதான் இருக்கும். ஆகவே வளர்ந்து வரும் வியாதியைக் கட்டுப்படுத்தவோ முழுமையாகப் போக்கவோ இதுவரை முடியவில்லை. மேலும் ஆராய்ச்சி தொடர்கிறது.

கே.செ.

நூலோதி

1. **P.J. Vinken and G.W. Bruyn.** *Hand booK of Clinical Neurology* Vol 10, Chapter-8, 1978.
2. **Edward M. Brelt., M.A.,D.M., FRCP.,** *Paediatric Neurology*, Page 155-158, 1981.
3. **Harrison's** *Principles of Internal Medicine* 8th Edition, 1980.
4. **Walter Flamenbaum, M.D, Robert J. Hamburger.** *Nephrology-an approach to the patient with renal disease* J.B.Lippincott Company. Philadelphia, Toronto, 1982.
5. **William Boyd.** *A Text book of Pathology*, 8th edition, Iea & Febiger, Philadelphia-1970.

அண்ணீரக ஹார்மோன்கள்

அட்ரினல்ஹார்மோன்கள் என்று அழைக்கப்படும் இவை ''அண்ணீரகங்கள்'' என்னும் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளால் (Endocrine) சுரக்கப்படுபவை. இவை உடலின் ஆரோக்கியமான இயக்கத்திற்கு மிகப் பெரும் தேவைகளாக அறிவியல் வல்லுநரால் கருதப்படுகின்றன. அண்ணீரக-ஹார்மோன்களின் துணை இல்லாவிட்டால் மிகவும் பாதுகாக்கப்பட்ட சூழ்நிலையில் தான் ஓர் உயிரியோ மனிதனோ உயிர் வாழ முடியும். ஆனால், அவ்வாறு உயிர் வாழ்வதற்கு மிகப் பெரும் அளவில் சோடியம் குளோரைடு (sodium chloride) என்னும் சாதாரண உணவு உப்பு, சில மணி நேரத்திற்கு ஒருமுறை கொடுக்கப்பட்டுக் கொண்டே இருக்க வேண்டும். டி. குளுகோஸ் (D-Glucose) என்னும் சர்க்கரைப் பொருளும் எப்போதும் கொடுக்கப்பட்டுக்கொண்டே இருக்கவேண்டும். சிறிதளவு பட்டினியையும், அந்த உயிரியாலோ, மனிதனாலோ தாங்கிக்

கொள்ளவே முடியாது. உடலின் வெப்ப நிலை ஒரே சீராக வைக்கப்பட வேண்டும். சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் வெப்பமோ தட்பமோ சிறிதளவு மாற்றம் பெற்றாலும் அது அண்ணீரகச் சுரப்பு இல்லா உயிரியை வெகுவாகப் பாதித்துவிடும். உடலுக்கு இன்னல்தரும் சூழ்நிலைகளில் உழைப்பதற்கு மட்டுமன்றி, உயிர் வாழ்வதற்குக் கூட இயலாது. அவ்வுயிரியையோ, மனிதனையோ வேறோர் உயிரி தாக்கினால், அத் தாக்குதலினின்று எதிர்த்துத் தாக்கவோ தப்பவோ (fight or flight response) அதனால் முடியாது. உணவு அதற்கு எப்போதும் கிடைத்துக் கொண்டே இருக்க வேண்டும். அதைத் தேடிக்கொள்ள எத்தகு முயற்சியையோ உழைப்பையோ மேற்கொள்ள அதனால் முடியாது. உடலில் ஏற்படும் சிறுகாயமும் வீக்கமும் வலியும்கூடத் தாளமுடியாமல் அழற்சி (inflammatory reactions) உண்டாகும். மேலும், சிறிய ஒவ்வாமை மாற்றங்களும் (Allergic reactions) பெருமளவு தாளமுடியாத நிலைகளாக மாறி உயிருக்கே ஊறு விளைவித்திடக் கூடும். இக் காரணங்களினாலேயே அண்ணீரக ஹார்மோன்களும், இச்சுரப்பியின் சாதாரண இயக்க நிலையும் உடலின் ஆரோக்கியமான நல்வாழ்விற்குப் பேரளவு தேவைப்படுவன என உயிரிலாரும் அறிவியல் வல்லுநர்களும் அறுதியிட்டுக் கூறுகின்றனர்.

அண்ணீரக ஹார்மோன்களில் சுரப்பு உண்டாகுமிடம்

அண்ணீரக ஹார்மோன்கள் அடிப்படையில் இரு வகைப்பட்ட அண்ணீரகப் பகுதிகளினின்றும் சுரக்கப்படுகின்றன. அட்ரினல் கார்டெக்ஸ் (Adrenal cortex) என்ற அண்ணீரகப் புறணியும், அட்ரினல் மெடுல்லா (Adrenal medulla) எனப்படும் அண்ணீரக அகணியுமே அவ்விரு பகுதிகளாகும்.

அண்ணீரகப் புறணியும் அண்ணீரக அகணியும், கருவியல் (Embryology), ஒப்புநோக்கு உடல் அமைப்பியல் (Comparative anatomy), உடல் நுண்ணமைப்பியல் (Histology), உடலியங்கியல் (Physiology) இவற்றின் விளக்கப்படி இருவகைத் தனித்தனி அமைப்புகளாகும்.

இவை ஒன்றாக அமையாமல் தனித்தனி அமைப்புகளாகவே உள்ளன. பாலூட்டும் பிராணிகளில் இவையிரண்டும் இணைந்து அண்ணீரக அகணி உட்பகுதியாகவும், அண்ணீரகப் புறணி உறையாகவும் அமைந்த ஓரமைப்பாக இயங்குகின்றன.

இவற்றில் அண்ணீரக அகணி (அண்ணீரக உட்பகுதி) கருவில் நரம்பணுக்கள் உற்பத்தியாகும் வெளிப்புறத் தோல் உயிரணுக்களிலிருந்து (Ectodermal cells) தோன்றி, அண்ணீரகப் புறணி உயிரணுக் கூட்டத்தின் உட்புறமாக நகர்ந்து அமைந்துவிடுகிறது. எனவே இதன் உயிரணுக்கள் (நரம்பணுக்கள் தோன்றுமிடத்தில் இருப்பதால்) காட்டிகாலமைன்கள் (Catecholamines) என்ற வகை வேதியியல் பொருள்களை உண்டாக்கும் வன்மையைப் பெற்று விடுகின்றன. அண்ணீரக அகணி (அட்ரினல் உறை) கரு அமைந்த 4 முதல் 7 வாரங்களுக்குள் பாலுறுப்புகள் (Sex organs) உண்டாகும் உயிரணுக்களில் தோன்றுகிறது. அண்ணீரகப் புறணியிலுள்ள உயிரணுக்களுக்கு (பாலுறுப்பு அணுக்களின் அடிப்படைத் தன்மையான) ஸ்டீராய்டு (Steroid) என்ற வகை வேதியியல் பொருள்களை உண்டாக்கும் திறன் அமைந்துவிடுகிறது. மனிதனின் 4 அல்லது 5 கிராம் எடை வரையுள்ள ஒவ்வோர் அண்ணீரகமும், சுரப்பு மிக வேண்டிய கட்டங்களில் 4 மடங்கு வரைகூடப் பருக்கும் தன்மை வாய்ந்தது. அண்ணீரகப் புறணியில் உள்ள உயிரணுக்களின் அளவு அகணியின் உயிரணுக்களின் அளவை விட அதிகமாகும்.

அண்ணீரகப் புறணி மூவகைப் பிரிவுகளாகக் காணப்படுகிறது. அவை:

1. சோனா குளோமெரோலோஸா (Zona Glomerolosa) எனப்படும் மிகவும் மேலே உள்ள பாகம். இது அட்ரினல் மேற்பட்டையின் 5-10% வரையான பகுதியாக உள்ளது.
2. நடுவிலுள்ள சோனா ஃபேசிகுலேடா (Zona Fasciculata) என்ற பகுதி 75% வரை அண்ணீரக மேற்பட்டையின் உயிரணுக்களைப் பெற்றிருக்கிறது.
3. அடியிலுள்ள சோனாரெடிகுலாரிஸ் (Zona Reticularis) மீதியுள்ள 15-20% அண்ணீரகச் செல்களைக் கொண்டது.

அட்ரினல் மெடுல்லா குரோமஃபின் (Chromaffin) என்னும் நிறமேற்பி வகை உயிரணுக்களால் ஆனது.

வெவ்வேறு அண்ணீரகப் பகுதிகள் உண்டாக்கும் அண்ணீரக ஹார்மோன்கள்

1. சோனா குளோமெரோலோஸா (Zona Glomerulosa). இப்பகுதி சிறப்பாக ஆல்டோஸ்டிரோன் (Aldosterone) ஹார்மோனைச் சுரக்கிறது; உடலின் உப்புநிலையைக் கட்டுப்படுத்தும். இந்த ஆல்டோஸ்டிரோன் மிகவும் சக்தி வாய்ந்த ஓர் ஹார்மோனாகும்.

2. சோனா ஃபேசிகுலேடா (Zona Fasciculata) வும், சோனா ரெடிகுலாரிஸும் (Zona Reticularis) கார்டிசால், கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தில் (Carbohydrate metabolism) பெருமளவு மாற்றத்தை உண்டாக்கவல்ல குளுகோகார்டிகாயிடு (Glucocorticoid) வகையைச் சேர்ந்த ஹார்மோன்களாகும். இதற்கு அழற்சி நீக்கும் (Anti-inflammatory) பெருவல்லமையும் உண்டு.

3. அண்ணீரக அகணி எபிநெஃப்ரின் (Epinephrine), நார்எபிநெஃப்ரின் (Nor ephinephrine) என்ற இரண்டு ஹார்மோன்களைச் சுரக்கிறது. இவை காட்டிகாலமைன்கள் (Catecholamine) என்ற வேதியியல் வகையைச் சார்ந்தவை. இந்த ஹார்மோன்கள் இரண்டும் உயிர் பிழைப்பதற்குப் போராட அல்லது தப்பி ஓட

(fight or flight) வேண்டிய பெருவன்மையை உடலுக்கு நல்கவல்லன. அகணி சுரக்கும் ஹார்மோன்களில் எபிநெஃப்ரின் 80%ம், நார் எபிநெஃப்ரின் 20%ம் உள்ளன.

அண்ணீரக ஹார்மோன்கள் சுரப்பை உடல் கட்டுப் படுத்தும் விதம்

1. **ஆல்டோஸ்டிரோன் சுரப்பை உடல் கட்டுப்படுத்தும் விதம்** (Control of aldosterone secretion)

பிட்யூட்டரின் முன்பகுதியில் சுரக்கப்படும் ஹார். மோனான ஏ.சி.டி. எச். (A.C.T.H) என்று சுருக்கமாக அழைக்கப்படும் அட்ரினோ கார்டிகோ டிராஃபிக் ஹார் மோன் (Adrenocortico trophic hormone), ஒரு சிறிய அளவே ஆல்டோஸ்டிரோன் சுரப்பை அதிகப்படுத்து கிறது. அதேபோல் இரத்தத்திலுள்ள அதிகமட்ட ஆல் டோஸ்டிரோன் பின்னூட்ட இயக்கம் (Feed-back mechanism) வாயிலாக இந்த (A.C.T.H) சுரப்பை நிறுத்துவதில், கார்டிசாலைவிட மூன்றில் ஒரு பங்கு சக்தியில் குறைந்தது. பிட்யூட்டரி சுரப்பி அறுவைச் சிகிச்சையின் மூலம் நீக்கப்பட்ட உயிரிகளில் (இவற்றில் ஏ.சி.டி.எச். அறவே கிடையாது) ஆல்டோஸ்டிரோனின் இரத்த மட்டம் (Blood level of aldosterone) ஓரளவே குறைகிறது. இவற்றிலிருந்து அண்ணீரகத்தைக் கட்டுப் படுத்தும் ஏ.சி.டி.எச் (A.C.T.H) அண்ணீரக மேற்பட் டையின் குளோமெரோலோஸாவினால் சுரக்கப்படும் ஆல்டோஸ்டிரோன் சுரப்பை அவ்வளவாகக் கட்டுப் படுத்துவதில்லை என அறியலாம்.

குறையும் இரத்தத்தின் கன அளவே ஆல்டோஸ்டி ரோனைச் சுரக்க வைக்கும் முக்கியமான பெரும் ஊக்கியாகச் செயல்படுகிறது. குறையும் இரத்தத்தின் கனஅளவு, (1) இரத்தப்போக்கு (2) உணவில் உப்பின் குறைவான சேர்க்கை, (3) நீர் இறக்கிகள் உபயோகப் படுத்தல் ஆகியவற்றினால் ஏற்படலாம். இது சிறுநீரகத் தமனியின் இரத்த அழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது. இத னால் சிறுநீரகத்தின் ஜக்ஸ்டா குளோமெரூலர் ரெனின் என்னும் உயிர்வினையூக்கி சுரக்கப்படுகிறது. ரெனின் இரத்தத்தில் சுழலும் குளோபுலீன் (Globulin) என்னும் புரதத்தின் மீது செயல்பட்டு அதை ஆன்ஜியோடென் சின் -1 (Angiotensin-1) ஆக மாற்றுகிறது. இது இரத்தத் திலுள்ள மாற்றும் உயிர்வினையூக்கியால் (Converting enzyme) ஆன்ஜியோடென்சின் -2 (Angiotensin-2) ஆக மாற்றப்படுகிறது. இந்த ஆன்ஜியோடென்சின்-2 ஓர் ஆற்றல் வாய்ந்த ஆல்டோஸ்டிரோன்-சுரப்பு ஹார்மோ னாகும் (Powerful stimulant of aldosterone secretion). சுரக்கப்படும் இந்த ஆல்டோஸ்டிரோன் சிறுநீரகத்தில் சோடியத்திலும் நீர்க்கழிவிலும் மாறுதல்கள் செய்வத னால் இரத்தத்தின் கன அளவைக் கூட்டிவிடுகிறது. இரத்த அழுத்தம் தேவையான அளவு கூடின உடன் ரெனின் சுரக்கப்படுவது நிறுத்தப்பட்டுவிடுவதால் ஆன் ஜியோடென்சின்-2 உண்டாக்கப்படுவதும், அதனால் ஆல்டோஸ்டிரோன் சுரக்கப்படுவதும் கூட நிறுத் தப்பட்டு விடுகிறது. இங்ஙனம் ஒரு வகை பின் னூட்டத் தடை அமைப்பு இயங்குகிறது.

இரத்தத்தில் கூடியுள்ள பொட்டாசியமும் (Hyperkalemia) கூட ஆல்டோஸ்டிரோன் சுரப்பிற்கு ஒரு முக்கிய ஊக்கியாக அமைகிறது. ஆல்டோஸ் டிரோன், பொட்டாசியம் சிறுநீரகங்கள் வாயிலாகக் கழிவதை அதிகரிப்பதனால் இரத்தத்தில் கூடியுள்ள பொட்டாசியத்தைக் குறைக்கிறது.

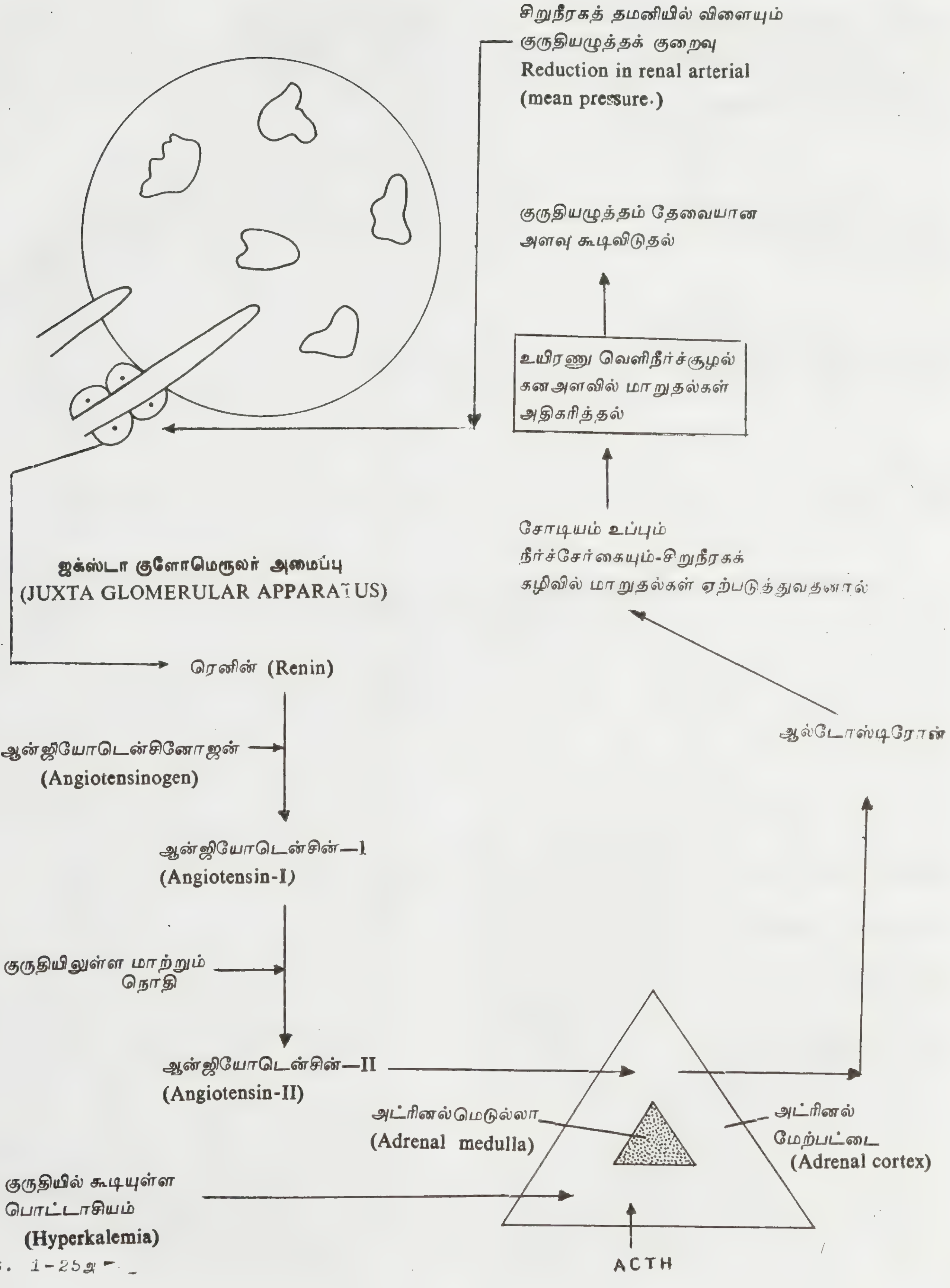
2. **கார்டிசால் சுரப்பை உடல் கட்டுப்படுத்தும் விதம்** (Control of cortisol secretion)

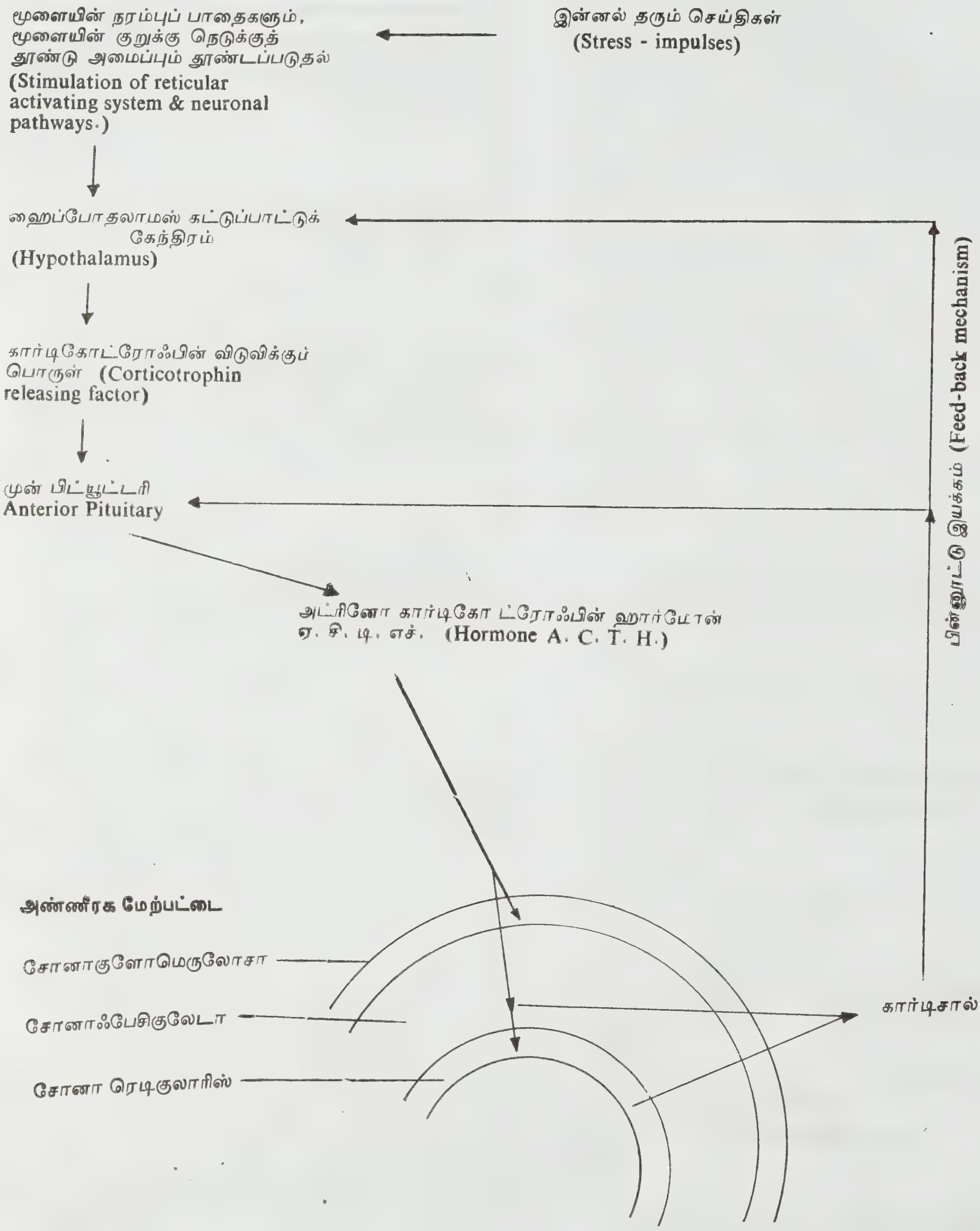
பிட்யூட்டரியின் முன்பகுதி அட்ரினோ கார்டிகோ டிராபிக் ஹார்மோன் (Adrenocortico trophic hormone) ஏ.சி.டி.எச். (A C.T H.) என்னும் ஹார்மோனைச் சுரக்கிறது. இந்த ஹார்மோன்தான் கார்டிசாலை மிகுதியான அளவில் உண்டாக்க, அண்ணீரகப் புறணி யின் பாகங்களான சோனாஃபேசிகுலேடா, சோனா ரெடிகுலாரிஸ் ஆகிய பாகங்களைத் தூண்டுகிறது. மூளைக்கு வரும் உணர்வு அழுத்த உணர்வுகள் (Stress impulses) மூளையின் குறுக்கு-நெடுக்குத் தூண்டு அமைப்பைத் (Reticular activating system) தூண்டு கின்றன. இது மூளையின் நரம்புப்பாதைகளின் வழியாக (Neuronal pathways) மூளையின் ஹைப்போதலாமஸ் (Hypothalamus) பகுதியைத் தூண்டுகிறது. ஹைப்போத லாமஸ் உடலின் வேதியியல் அமைப்பைக் கண் காணித்துச் சீர்படுத்தும் ஓர் ஒப்பற்ற அமைப்பாகும். இது உடனே கார்டிகோட்ரோஃபின் விடுவிக்கும் பொருளை (Corticotrophin releasing factor) (கா.வி. பொ.) மூளைக்குள் செல்லும் இரத்தத்தில் சுரக்கிறது. இரத்த நாளங்களின் வாயிலாக கா.வி.பொ. பிட் யூட்டரி சுரப்பியின் முன் பகுதியை அடைந்து அதைத் தூண்டி ஏ.சி.டி எச். அண்ணீரக மேலுறையின் மீது செயல்பட்டுக் கார்டிசாலைப் பெருமளவு உற்பத்தி செய்து இரத்தத்தில் விடுவிக்கிறது. கார்டிசாலை மிகுந்த அளவில் ஏற்கனவே உற்பத்தி செய்து சேமித்துக் கொள்ளும் அமைப்பு உடலுக்குக் கிடையாது. இந்தக் கார்டிசாலின் இரத்தமட்டம் (Blood level of cortisol) தேவைக்கு மீறி உயர்ந்து விட்டால், அந்த உயர்ந்த அளவே முன்பிட்யூட்டரின் மீதும் ஹைப்போதலாமஸ் மீதும் செயல்பட்டு ஒருவித பின்னூட்டத் தடை அமைப்பின் வாயிலாக ஏ.சி.டி.எச். சுரப்பைத் தடுத்து விடுகிறது.

3. **அட்ரினல் அகணியின் காட்டிகாலமைன்கள் சுரப்பை உடல் கட்டுப்படுத்தும் விதம்**

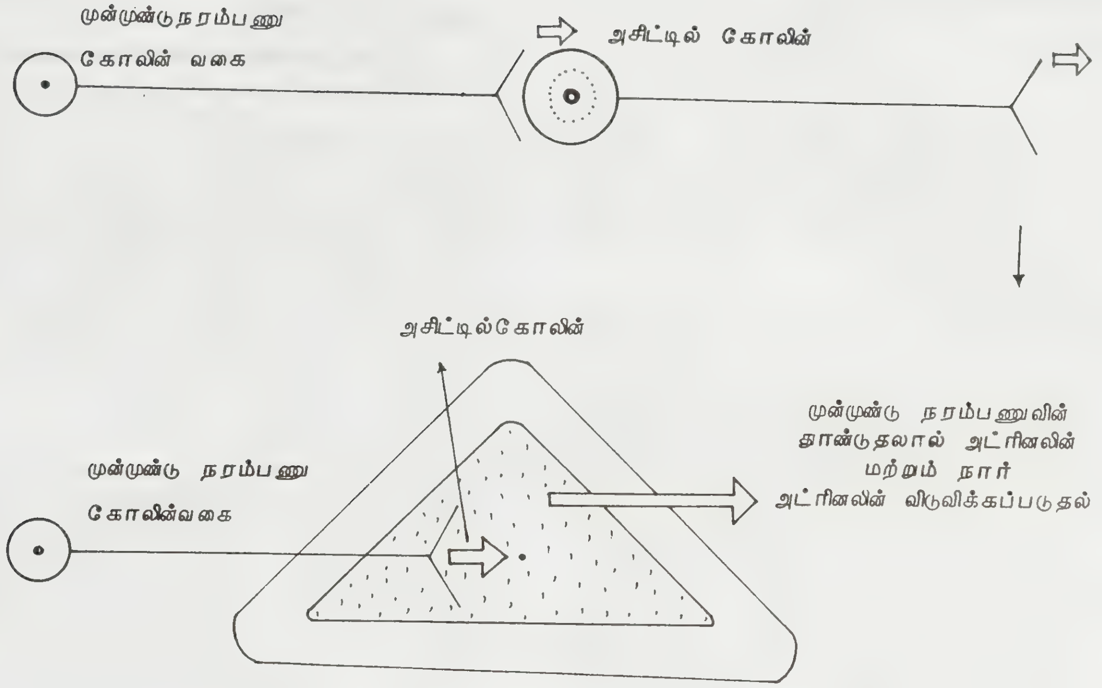
(Control of secretion of catecholamines from adrenal medulla)

காட்டிகாலமைன்களை உற்பத்தி செய்ய நான்கு உயிர்வினையூக்கிகள் வரை அண்ணீரக அகணியின் உயிரணுக்கள் பயன்படுத்துகின்றன. அவற்றில் டைரோ சின் ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் (Tyrosine hydroxylase) என்ற உயிர்வினையூக்கியின் இயக்கமே உற்பத்தி வேகத்தைக்


சிறுநீரகத் தமனியில் விளையும் குருதியழுத்தக் குறைவு
Reduction in renal arterial (mean pressure.)
குருதியழுத்தம் தேவையான அளவு கூடிவிடுதல்
உயிரணு வெளிநீர்ச்சூழல் கனஅளவில் மாறுதல்கள் அதிகரித்தல்
சோடியம் உப்பும் நீர்ச்சேர்கையும்-சிறுநீரகக் கழிவில் மாறுதல்கள் ஏற்படுத்துவதனால்
ஜக்ஸ்டா குளோமெருலர் அமைப்பு
(JUXTA GLOMERULAR APPARATUS)
ரெனின் (Renin)
ஆல்டோஸ்டிரோன்
ஆன்ஜியோடென்சினோஜன் (Angiotensinogen)
ஆன்ஜியோடென்சின்—I (Angiotensin-I)
குருதியிலுள்ள மாற்றும் நொதி
ஆன்ஜியோடென்சின்—II (Angiotensin-II)
அட்ரினல்மெடுல்லா (Adrenal medulla)
அட்ரினல் மேற்பட்டை (Adrenal cortex)
குருதியில் கூடியுள்ள பொட்டாசியம் (Hyperkalemia)
ACTH



மூளையின் நரம்புப் பாதைகளும்,
மூளையின் குறுக்கு நெடுக்குத்
தூண்டு அமைப்பும் தூண்டப்படுதல்
(Stimulation of reticular activating system & neuronal pathways.)
இன்னல் தரும் செய்திகள்
(Stress - impulses)
ஹைப்போதலாமஸ் கட்டுப்பாட்டுக்
கேந்திரம்
(Hypothalamus)
கார்டிகோட்ரோஃபின் விடுவிக்குப்
பொருள் (Corticotrophin releasing factor)
முன் பிட்யூட்டரி
Anterior Pituitary
அட்ரினோ கார்டிகோ ட்ரோஃபின் ஹார்மோன்
ஏ. சி. டி. எச். (Hormone A. C. T. H.)
பின்னூட்டு இயக்கம் (Feed-back mechanism)
அண்ணீரக மேற்பட்டை
சோனாகுளோமெருலோசா
சோனாஃபேசிகுலேடா
சோனா ரெடிகுலாரிஸ்
கார்டிசால்



கட்டுப்படுத்தும்படியாக அமைகிறது. அண்ணீரகத்தில் இந்த உயிர்வினையூக்கியின் இயக்கத்திற்கு அண்ணீரக அகணியில் உள்ள நார்எபிநெப்ஃரின், டோபமின் (Dopa mine) இவற்றின் அளவிற்கும் இடையே ஒரு வித பின்னூட்ட இயக்கம் உண்டு. நார்எபிநெஃப்ரின், டோபமின் அதிக அளவைகளில் டைரோசின் ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் உயிர்வினையூக்கியின் இயக்கத்தை அவ்வுயிர்வினையூக்கி துணைக் காரணியோடு (Cofactor) சேர்வதனால் குறைத்து விடுகின்றன. இதனால் நார்எபிநெஃப்ரின் அளவோ டோபமின் அளவோ தேவையான அளவு கூடியவுடன் உயிர்வினையூக்கியின் இயக்கம் குறைந்து விடுவதால் உற்பத்தியும் குறைந்து விடுகிறது.

மேலும் எபிநெஃப்ரின், நார் எபிநெஃப்ரினை மாற்றுவதற்கு அண்ணீரகம் ஃபினினல்-எதனலாமின்-என்-மீதைல்-டிரான்ஸ்ஃபரேஸ் (Phenyl-ethanolamine N-Methyl transferase) என்னும் உயிர்வினையூக்கியைப் பயன்படுத்துகிறது. இவ்வுயிர்வினையூக்கியின் இயக்கத்திற்கு அதிக செறிவுற்ற குளுகோகார்டிகாய்டு சூழல் (Presence of high concentrations of glucocorticoids) மிகவும் அவசியம். இவ்வாறு அண்ணீரக மேலுறையின் இயக்கத்துடன் அண்ணீரகத்தின் உள் இயக்கம் பின்னிப் பிணைந்துள்ளது.

அண்ணீரக அகணி பரிணாம வளர்ச்சியின் (Evolutionary changes) மாற்றம் பெற்ற ஒரு பரிவு நரம்பு மண்டல முண்டுதான் (Sympathetic ganglion) என்பதற்கும் சான்று உண்டு. ஒரு பரிவு நரம்பு மண்டல முண்டிற்கும் அட்ரினல் மெடுல்லாவிற்கும் உள்ள அடிப்படை ஒற்றுமையை, அடுத்து வரும் படத்தில் காணலாம். முன் முண்டு நரம்பணுக்கள் இவ்விரு பகுதிகளிலும் கோலின் வகையைச் (Cholinergie) சார்ந்தவை. அதாவது அவற்றில் அசெட்டைல்கோலின் (Acetyl choline), நரம்பு வேதியியல் உணர்வு கடத்தியாகப் (Neuro transmitter) பணிபுரிகிறது. அட்ரினல் அகணியில் பின் முண்டு நரம்பணுக்களோ நரம்பு நார்களோ கிடையா. பதிலாகக் குரோமஃபின் (Chromaffin) என்னும் நிறமேற்பி உயிரணுக்களே உண்டு. (இவை உருவம் திரிந்த அல்லது மாறுபட்ட நரம்பணுக்களே). முன்முண்டு நரம்பணுக்களின் தூண்டுதலால் பரிவு நரம்பு மண்டலப் பின்முண்டு-நார் இறுதியில் (at the sympathetic post-ganglionic nerve ending) நார் எபிநெப்ஃபிரின் விடுவிக்கப்படுகிறது. ஆனால் அண்ணீரக அகணியிலிருந்தோ எபிநெஃப்ரின், நார் எபிநெஃப்ரின் என்ற இருவகை காட்டிகாலமைன்களும் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இவையிரண்டும் உடல் தற்காப்பிற்குப் போரிட அல்லது தப்பி ஓடுவதற்கு வேண்டிய வலிமையை நல்கவல்லவை. இத்தகு நிலைகளில் (உடலின் செயல்வன்மைகூட வேண்டிய நிலைகளில்) தேவையான அதிக சக்தியை அளிக்கவே இவ்வாறு பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் இயக்கத்துடன், அண்ணீரக உட்பகுதி இயக்கமும் இணைந்துள்ளது. இன்னல் தரும் கட்டங்களில் வலி, மனக்கிளர்ச்சி மாற்றம் (Emotional changes), இரத்த அழுத்தக் குறைவு (Hypotension), இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் மட்டம் குறைதல் (Hypoxia), இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் மட்டம் குறைதல் (Hypoglycemia), கடும் குளிரால் தாக்கப்படுதல் போன்ற நிலைகளில் அண்ணீரக அகணியின் ஊக்கிகள் கலந்து உடல்நிலையைச் சமன் செய்ய உதவுகின்றன.

அண்ணீரக ஊக்கிகள் தோன்றுதல்

1. ஆல்டோஸ்டிரோன் உருவாக்கப்படுதல் (Synthesis of Aldosterone)

ஆல்டோஸ்டிரோன் அண்ணீரகப் புறணியில் சோனா குளோமெருலோசா (Zona glomerulosa) பகுதியில் மட்டுமே உருவாக்கப்படுகிறது. இதற்குக் காரணம், இவ்வுயிரணுக்களில் காணப்படும் 18-ஹைட்ராக்ஸி டீஹைட்ரோஜினேஸ் (18-Hydroxy dehydrogenase) என்ற உயிர்வினையூக்கியே.

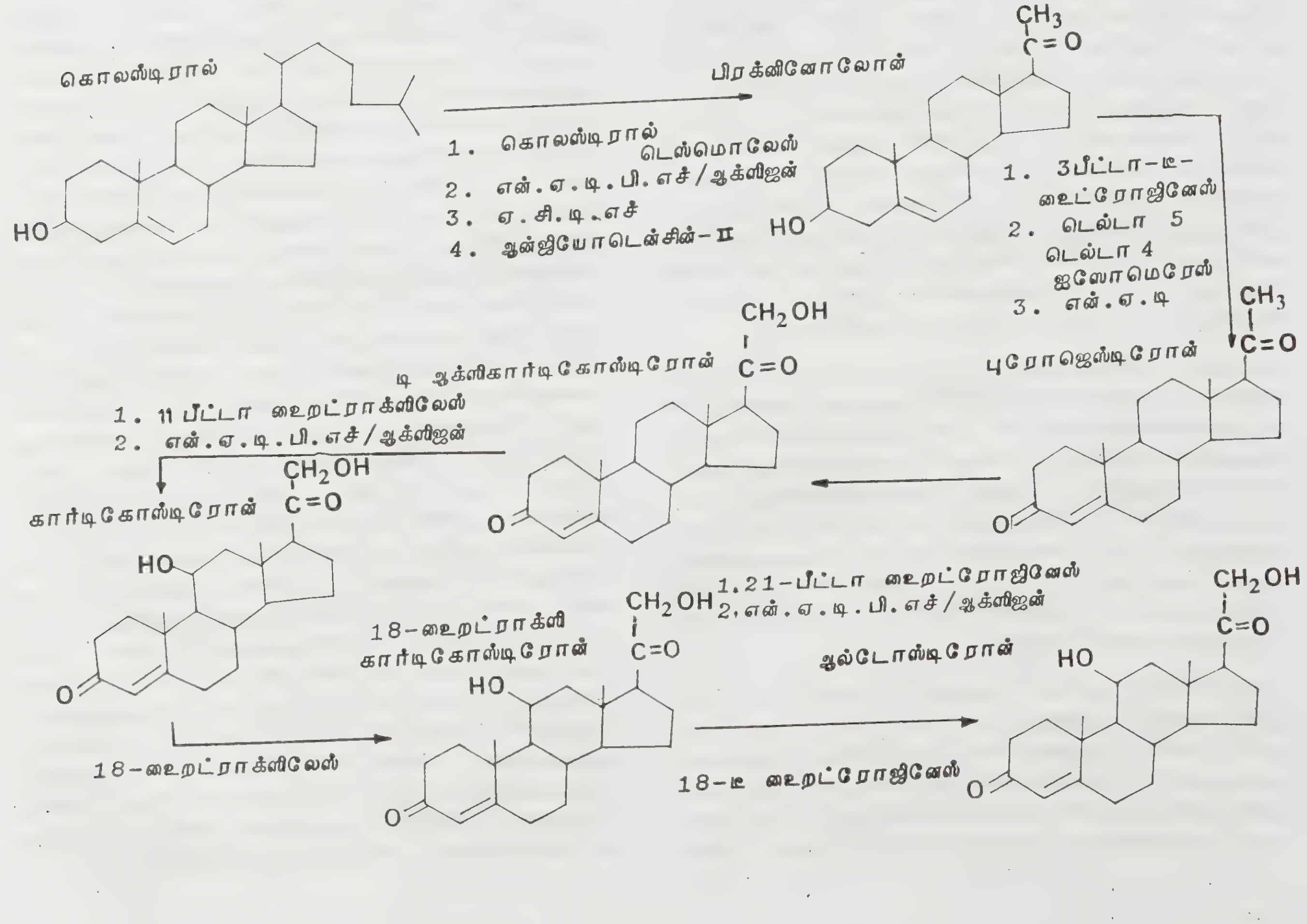
ஆல்டோஸ்டிரோனை உருவாக்க அண்ணீரகம் அமைக்கும் அடிப்படைப் படிகளைக் கீழே காணலாம்:

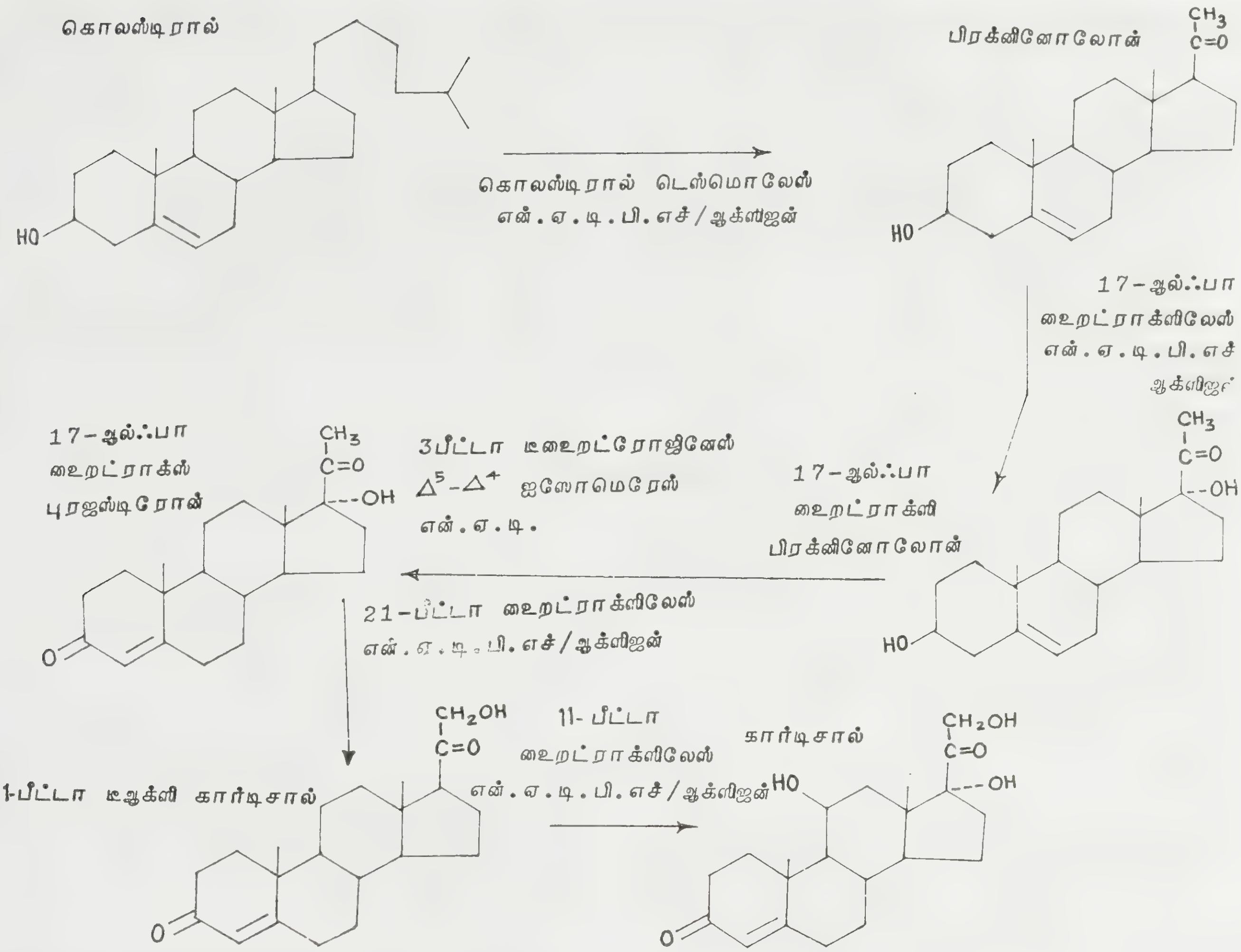
ஒவ்வொரு படியிலும், செயல்படும் உயிர்வினையூக்கிகளையும், அணுக் கூட்டமைப்பு மாற்றம் பெறும் இடங்களையும் (Changes in the structure of the molecules), மாற்றமாகும் பொருள்களின் பெயர்களையும், இப் படிகளில் தெளிவாகக் காணலாம். சாதாரண அளவு உப்பு சேர்த்துக் கொள்ளும் மனிதனின் அண்ணீரக மேலுறை நாளொன்றிற்கு 100 முதல் 200 மைக்ரோ கிராம் வரை ஆல்டோஸ்டிரோனைச் சுரக்கிறது. குறைவான உப்பு உட்கொண்டால் ஆல்டோஸ்டிரோனின் சுரப்பு கூடிவிடும். குறைந்த உப்புஉட்கொள்ளும் மனிதர்களின் அல்லது உயிரிகளின் சோனாகுளோரமெருலோசா மூனறு வாரங்களில் இருமுறை வரை பருமனடைவதைக் காணலாம்.

2. கார்டிசால் அண்ணீரகத்தில் தொகுக்கப்படல் (Synthesis of cortisol in adrenal cortex)

கார்டிசால், ஹைட்ரோகார்டிசோன் (Hydro corti-zone) என்ற பெயராலும் வழங்கப்படுகிறது. இது அண்ணீரகப் புறணியின் சோனாஃபேசிகுலேடா, சோனா ரெடிகுலாரிஸ் ஆகிய இரு பகுதிகளிலும் உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த ஹார்மோன் உருவாக அண்ணீரகப் புறணி அமைக்கும் அடிப்படைப் படிகளைக் கீழே காணலாம். ஒவ்வொரு படியிலும் உருவாக்கப்படும் நொதிகளும், அணுக்கட்டமைப்பு மாற்றம் பெறும் இடங்களும், உருவாகும் பொருள்களின் பெயர்களும் தெளிவாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

இப்படிகளில், மிகப் பெரும்பான்மையான குளுகோகார்டிகாய்டு (Glucocorticoid) ஆன கார்டிசால் அண்ணீரக மேலுறையில் உருவாக்கப்படுகிறது. மிகச் சிறிய அளவு பிரெக்னினோலோனிலிருந்து புரொஜஸ்டிரோனாக உருவாகிப் பிறகு 17-ஆல்ஃபா ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் என்ற உயிர்வினையூக்கியால் 17 ஆல்ஃபா ஹைட்ராக்ஸி புரொஜஸ்டிரான் (Progesterone) என உருப்பெற்றுப் பிறகு மேற்படிகளில் நுழைந்து விடுகிறது.

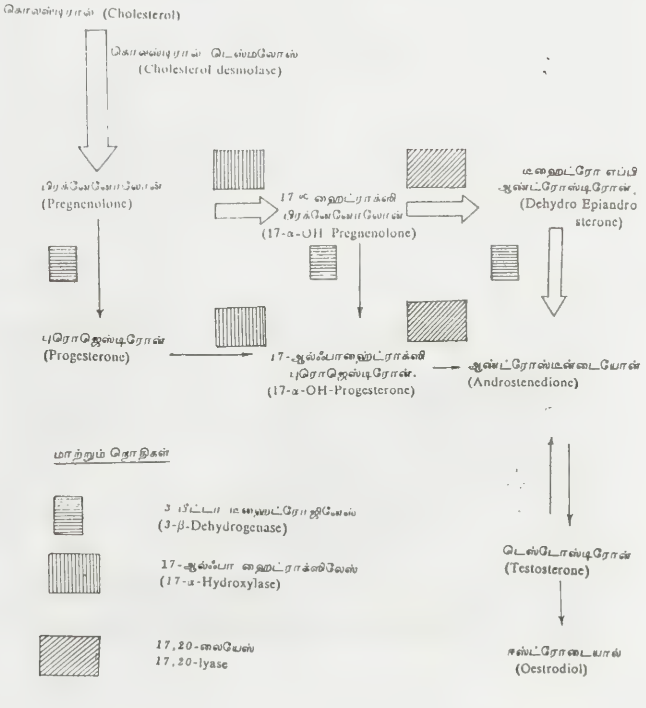




3. அண்ணீரக மேலுறையில் உருவாகும் பாலுணர்வு ஸ்டீராய்டுகள் (Sex steroids produced in Adrenal Cortex)

ஏற்கெனவே நாம் கண்ட அழற்சி நீக்கும் செயல் வன்மை படைத்த குளுகோகார்டிகாய்டு (Anti - inflammatory gluco corticoid) ஆன கார்டிசாலையும், உப்பு, நீர் ஆகியவற்றின் கழிவில் மாற்றங்களை உண்டாக்கும் மினரலோகார்டிகாயிட் (Mineralo corticoid) ஆன ஆல்டோஸ்டிரோனையும் அண்ணீரக மேலுறை உற்பத்தி செய்வதுடன் கூட, சில ஆண், பெண் பாலுணர்வு ஸ்டிராயிடுகளையும் உற்பத்தி செய்கிறது (Male and female sex hormones). அவை உற்பத்தியாகும் விதத்தைக் கீழே காண்போம்:

இவ்வாறு உண்டாகும் பாலுணர்வு இயக்க நீர்களில் புரஜெஸ்டிரோன், ஈஸ்ட்ராடையால் (Oestradiol) ஆகியன பெண்பாலின் ஹார்மோன்களாகும். டெஸ்டோஸ்டிரோன் (Testosterone), ஆண்ட்ரோஸ் டீனிடையோன் (Androstenedione), டீஹைட்ரோ எபி ஆண்ட்ரோஸ்டீரோன் (Dehydro epiandrosterone) ஆகியன ஆண் பாலுணர்வு நல்கும் ஊக்கிகள்.



அண்ணீரகப் புறணி ஹார்மோன்கள் உற்பத்தியில் பங்கேற்கும் உயிர்வினை ஊக்கிகளும் அவை பங்கேற்கும் படிகளும் (Enzymes involved in the biosynthesis of adrenal cortical hormones)

கொலஸ்டிரால் (Cholesterol)
↓ [1]
பிரக்னேனோலோன் (Pregnenolone) —[7]→ 17-ஆல்ஃபா ஹைட்ராக்ஸி பிரக்னேனோலோன் (17-α-OH-Pregnenolone) —[8]→ டீஹைட்ரோஎப்பி ஆண்ட்ரோஸ்டிரோன் (Dehydro epiandrosterone)
↓ [2]
புரொஜஸ்டிரோன் (Progesterone) —[7]→ 17-ஆல்ஃபா ஹைட்ராக்ஸி புரொஜெஸ்டிரோன் (17-α-OH-Progesterone) —[8]→ ஆண்ட்ரோஸ்டீன்டையோன் (Androstenedione)
↓ [3]
டீஆக்ஸி கார்டிகோஸ்டிரோன் (Deoxy corticosterone)
↓ [4]
கார்டிகோஸ்டிரோன் (Corticosterone)
↓ [5]
18-ஹைட்ராக்ஸிகார்டிகோஸ்டிரோன் (18-OH-Corticosterone)
↓ [6]
ஆல்டோஸ்டிரோன் (Aldosterone)

17-ஆல்ஃபா ஹைட்ராக்ஸி பிரக்னேனோலோன் (17-α-OH-Pregnenolone)
↓ [2]
17-ஆல்ஃபா ஹைட்ராக்ஸி புரொஜெஸ்டிரோன் (17-α-OH-Progesterone)
↓ [3]
11-டீஆக்ஸி கார்டிசால் (11-Deoxycortisol)
↓ [4]
கார்டிசால் (Cortisol)

டீஹைட்ரோஎப்பி ஆண்ட்ரோஸ்டிரோன் (Dehydro epiandrosterone)
↓ [2]
ஆண்ட்ரோஸ்டீன்டையோன் (Androstenedione)
↓
டெஸ்டோஸ்டிரோன் (Testosterone)

[1] டெஸ்மோலேஸ் (Desmolase)
[2] 3-பீட்டா டீ ஹைட்ரோஜினேஸ் (3-β De hydrogenase)
[3] 21-பீட்டா ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் (21-β Hydroxylase)
[4] 11-பீட்டா ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் (11 β-Hydroxylase)
[5] 18-ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் (18-Hydroxylase)
[6] 18-டிஹைட்ரோஜினேஸ் (18-Dehydrogenase)
[7] 17-ஆல்ஃபா ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் (17-α-Hydroxylase)
[8] 17-20-லையேஸ் (17-20-Lyase)

குறிப்பிட்ட உயிர்வினை ஊக்கியின் குறைவால் உண்டாகும் விளைவுகள், நம்முடைய ஹார்மோன்கள் உற்பத்தியைப் பற்றிய அறிவு மேலும் விரிவடையத் துணை புரிகின்றன. இந்த உயிர்வினை ஊக்கிகள் அண்ணீரகத்தில் மட்டுமன்றி முதன்மைப் பாலுறுப்புகளிலும் (Primary sex organs) இருப்பதால், இவற்றின் குறையால் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பொதுவாகக் காணலாம்.

1. டெஸ்மொலேஸ் உயிர்வினையூக்கியில் குறைவேற்பட்டால் (Deficiency of desmolase) எத்தகு ஸ்டீராயிடும் உடலில் உற்பத்தியாகாதது. எனவே, ஆல்டோஸ்டிரோன், கார்டிசால், ஆன்ட்ரோஜன் (Androgen) ஆகிய அனைத்தும் உற்பத்தியாகாமல் பெருங்குறை ஏற்படும். ஆண் குழந்தையாயின் அது ஆணா அன்றிப் பெண்ணா என்ற பாலினப் பேரையம் (Sexual ambiquity) ஏற்படும். மினரலோகார்டிகாயிடு, ஆல்டோஸ்டிரோன் இன்மையால்,சோடியம் இழப்பு (Sodium loss) ஏற்படுவதால் கவனிப்பு இன்மையேல் உயிருக்குக் கூட ஊறு விளையக்கூடும். மேலும், பருவம் (Puberty) எய்த முடியாமல் இன்னல் ஏற்படும்.

2. 3-பீட்டா டீஹைட்ரோஜினேஸ் உயிர்வினை யூக்கியில் குறைவேற்பட்டால் (Deficiency of 3-β-Dehydrogenase) ஆல்டோஸ்டிரோன், கார்டிசால், ஆல்ட்ரோ ஸ்டினிடையோன், டெஸ்டோஸ்டிரோன் ஆகியவை உற்பத்தியாகாமல் நின்றுவிடும். இது ஆண் பாலாருக்கு உண்டாயின் பால் வேற்றுமையில் (Sexual ambiguity) பெரும் ஐயம் ஏற்படும். டீஹைட்ரோஎப்பி ஆன்ட்ரோஸ்டிரோன் (Dehydro epiandrosterone) எவ் விதத்தடங்கலும் இன்றி உற்பத்தி ஆவதால், 3-பீட்டா டீ ஹைட்ரோஜினேஸ் உயிர்வினையூக்கி (3β-Dehydrogenase) குறைவுள்ள பெண்பாலாருக்கு ஆண் தன்மை (Masculanisation) ஏற்படும். (டீஹைட்ரோ எபி ஆன்ட்ரோஸ்டிரோனுக்குச் சிறிதளவு ஆண் தன்மை நல்கும் தன்மையுண்டு).

3. 21-பீட்டா ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் உயிர்வினையூக்கி குறைபாடு ஏற்பட்டால் (Deficiency of 21 β Hydroxylase)

(அ) ஆல்டோஸ்டிரோன் உண்டாவது தடைப்படும். இதனால் குழந்தையின் உடலில் உப்பு தங்காமல் பெருங்கழிவு நேரிட்டு உயிருக்கே ஊறுவிளைய வாய்ப் புண்டு

(ஆ) கார்டிசால் உருவாவது தடைப்பட்டுவிடும். இதனால் பின்னூட்ட இயக்கத்தடையின்றி ஏ.சி.டி.எச் (A.C.T.H) சுரப்பதால் பிறக்கும்போதே அண்ணீரகம் பெருவளர்ச்சி (Adrenal hyperplasia) யடைந்து விடுகிறது. பெண் குழந்தைகளில் இக்குறை பாடு தோன்றினால் அவற்றின் பாலின வேற்றுமையில் ஐயப்பாடு தோன்றிவிடும்.

4. 11-பீட்டா ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் உயிர்வினை ஊக்கி யில் குறைபாடு ஏற்பட்டால், (Deficiency of 11-β Hydroxylase) இவற்றின் விளைவுகளும் 21-பீட்டா ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் உயிர்வினையூக்கியில் குறைபாடு விளைவுகள் போலவே அமையும். இதனின்றும் அண்ணீ ரகம் அளவு கடந்த பெரு வளர்ச்சியுறும் (Adrenal hyperplasia). கூடுதலாக டீஆக்ஸிகார்டிகோஸ்டிரோன் (Deoxy cortico sterone) உற்பத்தியாவதால் உடலில் உப்பு சேர்ந்து இரத்த அதி அழுத்த நோய் உண்டாகி விடும்.

5. 18-ஹைட்ராக்ஸிலேஸில் குறைபாடு (Deficiency of 18-Hydroxylase) கார்டிசால் தடங்கலின்றி உற் பத்தியாவதால், ஏ.சி.டி.எச். (A.C.T.H.) அதிகம் சுரப்பதோ, பிறக்கும் போதே அண்ணீரகப் பெருவளர்ச் சியோ விளைவதில்லை.

6. 17 - ஹைட்ராக்ஸிலேஸில் குறைவேற்பட்டால் (Deficiency of 17-Hydroxylase) மினரலோகார்டி காயிட் ஊக்கிகள் உற்பத்தி அளவு கூடிவிடும். இது ஏ. சி. டி. எச். (A.C.T.H) இயக்க நீர்ச் சுரப்பை அதிகரித்து, அது அண்ணீரகத்தைத் தூண்டி, மினர லோகார்டிகாயிட் சுரப்பைக் கூட்டி விடுவதால் விளைவது.

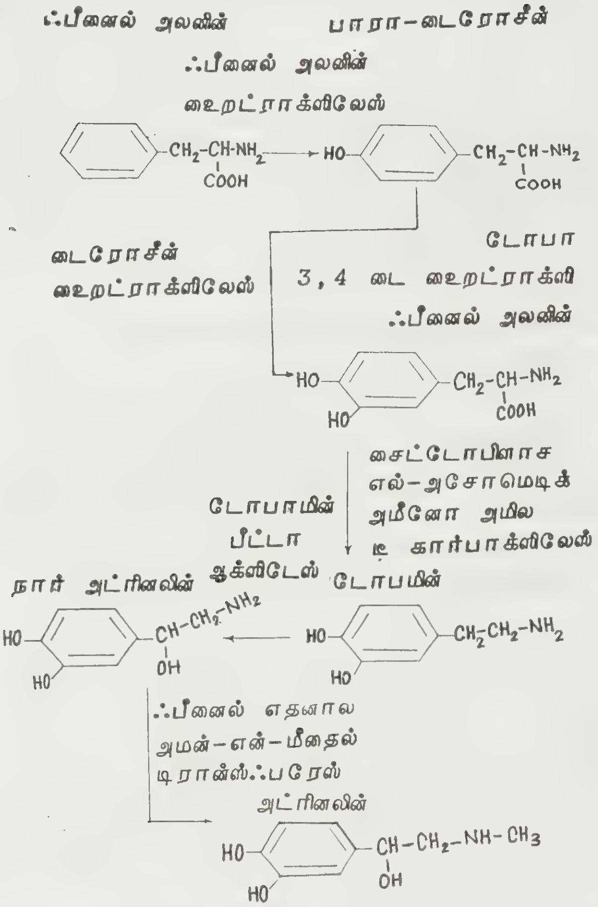
7. 17-20-லையேஸ் உயிர்வினையூக்கியில் குறைபாடு (Lack of 17-20 Lyase) பாலின ஸ்டிராயிடுகள் உற்பத்தி யைத் தடுத்து, பருவம் அடையும்போது சிறப்பான பாலின வேறுபாடு வளர்ச்சிகள் (Specific sexual differentiation at puberty) இரு பாலினருக்கும் தோன்றா மல் தடைப்படுத்திவிடும். அண்ணீரகங்கள் இயல் பாகவே மிகவும் வளர்ச்சியுறாமல் இருக்கும்.

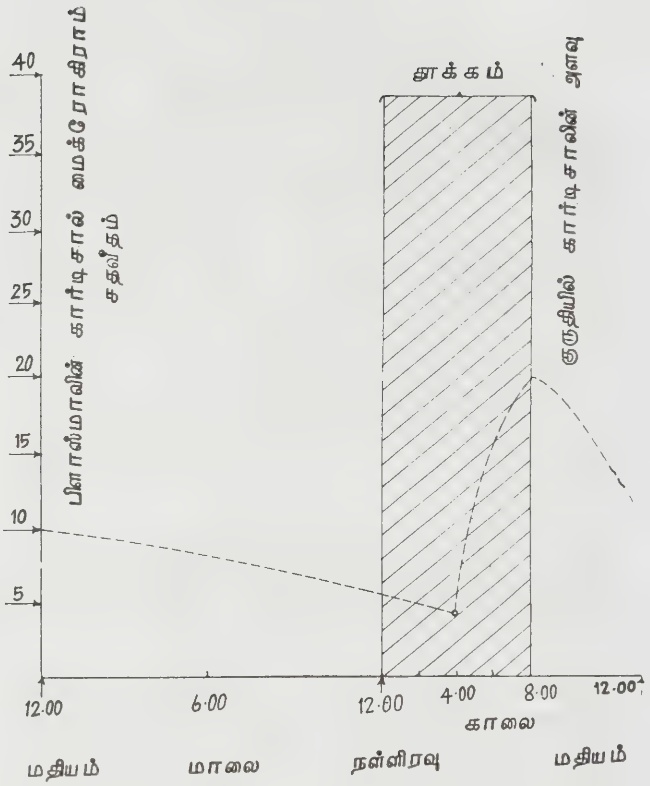
4. அண்ணீரக அகணியில் காடிகாலமைன்கள் தொகுக் கப்படல்

(Biosynthesis of catecholamines in adrenal medulla)

எபிநெஃப்ரின், நார் எபிநெஃப்ரின் என்னும் இரு வகை ஹார்மோன்கள் அண்ணீரக அகணியில் உற்பத்தி யாகின்றன. அவை உற்பத்தியாகும் படிகள், உருவாக் கும் உயிர்வினையூக்கிகள், மாற்றமாகும் பொருள்களின் பெயர்கள் ஆகியவற்றைக் அடுத்த பக்கத்தில் காணலாம்.

எபிநெஃப்ரின், நார் எபிநெஃப்ரின் என்னும் இரண்டு ஹார்மோன்களும் ஃபீனைல் அலனின் என்னும் ஒரே அடிப்படை அமினோ அமிலத்திலிருந்து தோன்று கின்றன. ஃபீனைல் அலனின், ஃபீனைல் அலனின் ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் என்ற உயிர்வினை ஊக்கியின் வன்மையால் டைரோசினாக மாறுகிறது. டைரோசின், மைட்டோகான்டிரியாவில் (Mitochondria) உள்ள டைரோசின் ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் உயிர்வினையூக்கியால் டோபாவாக மாறுகிறது. டோபா (Dopa) சைட்டோ பிளாசத்தில் அமைந்துள்ள எல்-அரோமேடிக் அமினோ அமில டீகார்பாஸலேஸ் உயிர்வினையூக்கியால் டோபமி னாக (Dopamine) உருப்பெறுகிறது. டோபமின், அண் ணீரக அகணியின் குரோமஃப்பின் உயிரணுக்களின் மிகச் சிறு சேமிப்புக் கோள அமைப்புகளில் (Storage granules), டோப்பமின் பீட்டா ஆக்ஸிடேஸ் என்ற உயிர்வினையூக்கியின் திறனால் நார்எபிநெஃப்ரின் என மாறுகிறது. வேறு சில அகணி உயிரணுக்களின் இந்தச் சேமிப்புச் சிறு கோளங்களில் ஃபீனைல் - எதனால் அமீன் - என்-மீதைல் - டிரான்ஸ்ஃபரேஸ் என்ற உயிர் வினையூக்கியுண்டு இது எஸ். அடினோசில் மெத் யோசின் (S-Adenosyl methiozine) என்னும் பொரு ளுடன் இணைந்து எபிநெஃப்ரின் ஹார்மோனாக உருப் பெறுகிறது. இச் சேமிப்புச் சிறு கோளங்கள் தம்மி லடங்கியுள்ள ஊக்கிகளாகிய எக்ஸாஸைட்டோசிஸ் (Exocytosis) என்னும் உயிரணுக்களிலிருந்து பொருள் கள் வெளியேறும் அமைப்பின் மூலம், அசெட்டைல் கோலின் (Acetyl choline) என்னும் நரம்பிடைத் தூண்டு பொருள்களின் தூண்டுதலினால் வெளியேறு கின்றன. அட்ரினல் அகணியில் குரோமஃப்பின் உயி ரணுக்களில் சில, நார் எபிநெஃப்ரினையும், மற்றவை எபிநெஃப்ரினையும் உற்பத்தி செய்வன. இவை இரண் டும் ஒரே உயிரணுவில் உருவாவதில்லை.





அண்ணீரக ஹார்மோன்களின் மருந்தியல், உடலியங்கியல் செயல் வன்மைகள்
(Pharmacological and physiological actions of adrenal hormones)

1. இயற்கையில் விளையும் குளுகோகார்டிகாய்ட் ஆன கார்டிசாலின் (Cortisol) மருந்தியல், உடலியங்கியல் செயல்வன்மைகள்: மனித உடலில் உற்பத்தியாகும் மிகவும் சிறப்பான குளுகோகார்டிகாயிட் (Gluco corticoid) கார்டிசால் ஆகும். இதையே ஹைட்ரோ கார்டிசோன் (Hydro cortisone) என்றும் மருந்தியல் அறிஞர்கள் அழைப்பர். மனித அண்ணீரகத்தில் ஒரு நாளைக்கு 20 மில்லிகிராம் வரை இது சுரக்கிறது. இச்சுரப்பு, நாள் முழுதும் ஒரே சீராக இல்லாமல், ஒரு சாதாரண மனிதனுக்கு மணியளவைப் பொறுத்து (Circadian Rhythm) மாறுபடுகிறது இதைக் மேற்கண்ட படத்தில் காணலாம்.

சாதாரணமாக இரத்தத்தில் சுழலும் கார்டிசாலின் பாதியளவு வாழ்க்கை நேரம் (half life or T/2) 90-110 நிமிடங்கள் ஆகும். இது அதிக அளவில் கார்டிசால் சுரக்கப்படும்போதோ தைராய்டின் குறையியக்கத்தின் போதோ கூடிவிடும். கார்டிசால் சாதாரணமாக இரத்தப் புரதங்களுடன் 95 சதவீதம் வரை கட்டுப்பட்டுச் சுழலுகிறது. இவ்வாறு கட்டுப்படும் புரதம், கார்டிகோ ஸ்டிராயிட் இணையும் ஆல்ஃபா-2 குளோபுலீன் ஆகும் (Corticosterioid binding α2-globulin). கட்டுப்படாமல் சுதந்திரமாக உள்ள (Ubound-free கார்டிசால் பகுதியே உடலியங்கியல் செயல்வன்மையுடையது.

கார்டிசாலும் குளுகோகார்டிகாயிடுகளும் வினையாற்றும் விதம் (Mechanism of action of cortisol and other gluco-corticoids)

குளுகோகார்டிகாயிடுகள், இயற்கையாக விளைந்தவையாயினும், செயற்கையாக (Artificially synthetic) கூட்டப்படுவனவாயினும், செயற்குறி திசுக்களை (Target-tissues) அடைந்தவுடன், சிறப்பு-உயிரணு-உள் ஏற்பிகளுடன் (Specific intracellular receptors) இணைகின்றன. இவ்வாறு ஏற்பிகளுடன் இணைந்து பெரும் மூலக்கூறுத் தொகுதியாக (Macromolecular complex) மாறியவுடன், எளிதில் உயிரணுவில் ஊடுருவி நியூக்கிளியஸில் (Cellular Nucleus) நுழைந்துவிடுகிறது. அங்கே குரோமசோமப் பொருள்களுடன் (Chromosomal constituents) வினை

புரிந்து வழிவழிவந்த மரபணுக்களின் வெளிப்பாடுகளை (Genetic expression) மாற்றுகிறது. இம்மாற்றம் பல வித உயிரணுக்களின் உயிர் வினைநீக்கி உற்பத்தி, செயல்வன்மை, உயிரணு-சவ்வு-ஊடுருவும் நிலை (State of membrane permeability), உயிர்வேதியியல் பொருள்களின் கடத்தல் (Transport of biochemical substances) ஆகியவற்றில் மாற்றங்களை உண்டாக்கி உயிரியச் செயல்கட்டுப்பாட்டில் (Control of biological process) மேலும் பெருமாற்றங்களை விளைவிக்கிறது.

மற்ற நாளமில்லாச் சுரப்பிகளுடன் உள் வினையாற்றல் (Interaction with other endocrine secretions)

1. காடிகாலமைன்கள், நாளத்திலும் நுரையீரல் நுண்ணறைகளிலும் விளைவுகளை ஏற்படுத்த (Vascular and bronchial effects) கார்டிசால் அவசியம். இரத்தத்தில் கார்டிசால்மட்டம் குறையும்போது காட்டிகாலமைன்களின் நாளம், நுரையீரல் -நுண்ணறைகள் ஆகியவற்றில் செயல்வன்மையும் பெருமளவு குறைகின்றது.

2. கார்டிகாலமைன்களின் கொழுப்பழிவு வினையும் (Lipolytic action),கார்டிசாலும் வேறு குளுகோகார்டிகாயிடுகளும் இல்லாதபோது பெருமளவு குறைகிறது.
3. இதே மாதிரி ஏ. சி டி. எச் (A.C.T.H) வளர்ச்சி ஹார்மோன்ககளின் (Growth Hormones) இயக்கங்களும், குளுகோகார்டிகாயிடுகள் இல்லாத நிலைகளில் பெருமளவு மட்டுப்படுவதைப் பார்க்கலாம். இது எங்ஙனம் நிகழ்கின்றது என்பது இன்னும் சரியாகக் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

வளர்சிதைவினை மாற்ற விளைவுகள் (Anabolic and catabolic effects)

கார்டிசாலும் குளுகோகார்டிகாயிடுகளும், கார்போஹைட்ரேட், புரதம், கொழுப்பு பற்றிய வளர்சிதை மாற்றங்களில் பெரும் விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

1. புரதங்களை அமினோ அமிலங்களாக மாற்றிப்பின் சர்க்கரையாக (குளுகோசாக) மாற்றும் "கார்போஹைட்ரேட் அற்ற பொருள்களிலிருந்து குளுகோஸ் உண்டாதல்" (Gluconeogenesis) என்ற விளைவிற்குக் குளுகோகார்டிகாயிடுகள் இன்றியமையாதவை. ஆகவே பட்டினி கிடக்கும்போதும், கட்டுப்படுத்தப்படாத சர்க்கரை நோயின்போதும் (Diabetes mellitus) சர்க்கரை புதுநிலையில் உண்டாக இவை மிகவும் இன்றியமையாதவை.

2. இரத்தத்திலுள்ள சர்க்கரையின் (Blood glucose) அளவை இவை கூட்டி விடுவதால் ஈரலில் அது கிளைகோஜன் படிமானமாக (Glycogen deposition) மாறி ஈரல் கிளைகோஜன் படிமானத்தைக்கூட்டிவிடுகின்றன. இரத்தத்தில் கூட்டப்பட்ட குளுகோஸ் உடனே இன்சுலின் சுரப்பை (Secretion of insulin) ஏற்படுத்துகிறது. இரத்தத்தில் சேர்ந்த குளுகோஸ் விஞ்சிய நிலையில் (Hyperglycemia) க்ளைகோசூரியா (Glycosuria) எனச் சிறுநீரில் தள்ளப்படுவதுமுண்டு.

3. குளுகோகார்டிகாயிடுகள் கொழுப்பு உயிரணுக்கள் (Fat cells) சர்க்கரையை ஏற்று அதைக் கொழுப்பாக்குவதைத் தடுக்கின்றன. ஆனால் இரத்தத்தில் கட்டப்பட்டுள்ள குளுகோசினால் சுரக்கப்படும் இன்சுலினால் எதிர் விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. இன்சுலின் கொழுப்பு உயிரணுக்கள் குளுகோசை உட்கொண்டு அதைக் கொழுப்பாக மாற்றம் செய்யும். இதனால் முடிவில் அதிக கொழுப்பே படிகிறது.

அழற்சி நீக்கும் குணம் (Anti inflammatory effects)

குளுகோகார்டிகாய்டுகள் ஏற்படுத்தும் விளைவுகளிலேயே மிகச் சிறப்பானது அழற்சி நீக்கும் குணமாகும். இக்குணம் விளைவதற்கு, குளுகோகார்டிகாயிடுகள் நிகழ்த்தும் வளர்-சிதை வினை மாற்ற விளைவுகள், தற்காக்கும் வினையில் தேர்ந்த உயிரணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைவு (Reduction in immunocompetent cells), லைசோமைச் சார்ந்த தற்சிதை உயிர்வினையூக்கிகள் சிதறாமல் அவற்றின் சவ்வுகள் நிலை நிறுத்தப்படுதல் (Stabilisation of membranes of Lysosmes), புரதச் சிதைவு உயிர்வினையூக்கிகள் விடுவிக்கப்படுவதிலிருந்து தடை செய்தல் (Inhibition of the release of proteolytic enzymes) ஆகிய அனைத்து விளைவுகளுமே பெருந்துணை புரிகின்றன.

தற்காக்கும் அமைப்பு- தடைவிளைவுகள் (Immunosuppressive effects)

குளுகோகார்டிகாயிடுகள் அதிவுணர்வு-எதிர்வினைகளையும் (Hyper sensitivity reactions), உயிரணு-மூலம் தற்காப்பு-அமைப்பு - வினைகளையும் (Cell mediated immunologic functions) தடை செய்கின்றன. குளுகோகார்டிகாயிடுகள், இணைவு வினைத் தொடக்கத்தைத் தடை செய்தல் (Inhibition of competent activation), இரத்தத்தில் சுழன்று கொண்டிருக்கும் லிம்போசைட் (Lymphocyte) வகை இரத்த வெள்ளையணுக்களைக் குறைத்தல் (முக்கியமாக T வகை B வகையை விட அதிகம் பாதிக்கப்படுகின்றன) ஆகிய செயல்களைப் புரிகின்றன. இவற்றால் உறுப்பு - மாற்று அறுவைச் சிகிச்சைக்குப் பிறகு மாற்று உறுப்புகள் உடலால் மறுக்கப்படுவதைத் தடைசெய்யப் (To block the rejection of homografts) பயன்படுகின்றன.

உப்பை உடலில் தங்குவிக்கும் திறன்
(Sodium retaining effect-Mineralo corticoidal effect)

குளுகோகார்டிகாயிடுகள், மினரலோகார்டிகாயிடுகள் அளவிற்கு உப்பை உடலில் தங்குவிக்கும் திறனற்றிருந்தாலும் (கார்டிசாலுக்கு உள்ள உப்பை உடலில் தங்கவைக்கும் திறன்போல் 500 மடங்கு ஆல்டோஸ்டிரோனுக்கு உண்டு) ஓரளவு இப்பணியையும் ஆற்றுகின்றன.

குளுகோகார்டிகாயிடுகளினால் ஏற்படும் பிற விளைவுகள்

1. இவை ஈரலில் மட்டும் புரத வளர்வினைமாற்றத்தையும் (Protein anabolism), ஆர்.என்.ஏ (Ribo nucleic acid) உற்பத்தியையும் செய்யத் தூண்டுகின்றன. பிற இடங்களில் முக்கியமாக லிம்ஃபாயிடு திசுக்கள் (Lymphoid tissues), இணைத்திசுக்கள் (Connective tissues), தசைத் திசுக்கள், கொழுப்பு உயிரணுக்கள், தோல் உயிரணுக்கள் ஆகியவற்றில் புரத வளர்வினை மாற்றத்தைத் தடுத்துச் சிதைவினை மாற்றத்திற்கே வழிகோலுகின்றன. இவ்வாறு சிதைவினை மாற்றமாகும் புரதமே கார்போஹைட்ரேட் அல்லாத பொருள்களினின்று குளுகோஸ் உண்டாவதற்குப் பெருங்காரணமாக அமைகிறது. நாளடைவில் குளுகோகார்டிகாயிடுகள் அதிகமாகச் சுரக்கப்பட்டாலோ மருத்துவத்தில் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டாலோ (அ) தசைத் திசுக்கள் சேதமடைந்த உடலில் வலிமை பெருமளவு குன்றிவிடும்; (ஆ) எலும்புகளில் புரதச்சத்து வற்றி வலுவிழந்து ''ஆஸ்டியோ ஃபோராஸிஸ்'' (Osteoporosis) என்ற நிலையை ஏற்படுத்தும். இதனால் சில சமயங்களில் எலும்புகள் உடலின் பளு தாளாமல் நொறுங்கிவிடவும் வாய்ப்புண்டு; (இ) குழந்தைகளில் அண்ணீரகப் புறணியின் மிகையியக்கத்தால் பெருகும் குளுகோகார்டிகாயிடுகள் உடல் வளர்ச்சியைப் பெருமளவு குறைத்துவிடும். இந்த வளர்ச்சிக் குறைவை பிட்யூட்டரியில் சுரக்கும் வளர்ச்சி ஹார்மோன் (Growth Hormone) கூடத் தடுத்துச் சீர் செய்ய முடியாது; (ஈ) புண்கள், எலும்பு முறிவு ஆகியவை குணமடைய நீண்ட நாள் பிடிக்கும்.

2. குளுகோகார்டிகாயிடுகள், பிட்யூட்டரியின் முன் பாகம் ஏ.சி.டி.எச்.சுரப்பதைத் தடுத்துவிடும். ஆகவே, அதிக அளவில் குளுகோகார்டிகாயிடுகளை மருத்துவத்தில் பயன்படுத்தி வந்தால் ஏ. சி. டி. எச். சுரப்பு அடியோடு நின்று, அதன் மூலம் அண்ணீரகப் புறணி முழுவதுமே வளர்ச்சி குன்றிவிட வாய்ப்பு உண்டு. ஆகவே பயன்படுத்தப்படும் இம்மருந்துகளைச் சிறிது சிறிதாகக் குறைக்காமல் திடீரென்று நிறுத்தினால் அண்ணீரகப் புறணி சரிவர இயங்காமல் பெரும் இன்னல் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

3. இவை அதிக அளவில் சுரக்கப்படும்போது அல்லது பயன்படுத்தப்படும்போது வயிற்றில் (இரைப்பையில்) பெருமளவு அமிலமும் பெப்ஸினும் (Pepsin) சுரக்கத் தூண்டப்படுவதால் வயிற்றில் நெடுநாட்புண் (Chronic ulcer) ஏற்படவும் வாய்ப்புண்டு.

4. இவை இரத்தத்திலுள்ள லிம்போசைட்டுகள் (Lymphocytes), இயோசினோஃபில்கள் (Eosinophils), போசோஃபில்கள் (Basophils) ஆகிய வகை இரத்த வெள்ளையணுக்களைக் குறைத்து விடுகின்றன.

5. கார்டிசால் முழுதுமற்ற நிலையில் சிறுநீரகக் கொத்துக்களின் வடிகட்டும் திறமை (Glomerular filtration) பாதிக்கப்பட்டு விடுகிறது. இதனால் சிறுநீரகத்தில் நீரை வெளியேற்றும் திறமை பெருமளவு குறைந்து விடுகிறது.

1. மருத்துவ முறையில்பயன்படுத்தப்படும் சில குளுகோகார்டிகாயிடுகள்

1. ஹைட்ரோகார்டிசோன் அல்லது கார்டிசால் (Hydrocortisone-cortisol)

2. கார்டிசோன் (Cortisone) ஹைட்ரோகார்டிசோனில் 0.8 பங்கு அழற்சி நீக்கும் வன்மை வாய்ந்தது.

3. பிரட்னிசோன் (Prednisone) அழற்சி நீக்குவதில் கார்டிசாலைப் போல் 4 மடங்கும், கார்டிசேலினைப் போல் 5 மடங்கும் வலிமை வாய்ந்தது.

4. பிரட்னிசோலோன் (Prednisolone) அழற்சி நீக்குவதில் கார்டிசாலைப் போல் 5 மடங்கு வலிமை வாய்ந்தது.

5. மீதைல்பிரட்னிசோலோன் (Methyl Prednisolone) பிரட்னிசோலோன் அளவு இணைவலிமை வாய்ந்தது. மேலும், மேற்பூச்சாகப் பயன்படுத்தினாலும் அதிக வலிமையுடன் செயல்படுவது.

6. பேராமெத்தசோன் (Paramethasone) கார்டிசாலைப்போல் 10 மடங்கு வலிமை வாய்ந்தது.

7. ஃபுலூபிரட்னிசோலோன் (Fluprednisolone) கார்டிசாலைப்போல் 15 மடங்கு வலிமை வாய்ந்தது.

8. டெக்ஸாமொத்தோசோன் (Dexamethasone) கார்டிசாலைப் போல் 30 மடங்கு வலிமை வாய்ந்தது.

9. பீட்டா மெத்தசோன் (Betamethasone) கார்டிசாலைப் போல் 40 மடங்கு அழற்சி நீக்கும் விளைவில் வலிமை வாய்ந்தது.

இவற்றில் மீதைல் பிரட்னிசோலோன், ஃபுளுபிரெட்னிசோலோன், டெக்ஸாமெத்தோசோ மீட்டாமெத்தாசோன் ஆகியவற்றிற்கு உப்பை உடலில் தக்கவைக்கும் வலிமை அடியோடு இல்லை.

2. மினரலோ கார்டிகாயிடுகளின் மருந்தியல், உடலியங்கியல் செயல்வன்மைகள்

(Pharmacological and Physiological effects of Mineralocorticoids)

ஆல்டோஸ்டிரோன் தான் நமக்குத் தெரிந்த மினரலோ கார்டிகாயிடுகளிலேயே அதிகவன்மை வாய்ந்தது. உடலில் உப்பைச் சேர்க்கும் (Retention of salt in the body) செயல் வன்மையில் 500 மடங்கு கார்டிசாலைப் போல் வன்மையுடையது. சாதாரண அளவிற்கு உப்பை உட்கொள்ளும் ஒரு மனிதனின் அண்ணீரகப் புறணி ஒரு நாளைக்கு 100-200 மைக்ரோகிராம் அளவு வரை ஆல்டோஸ்டிரேனைச் சுரக்கிறது. டி.ஓ.சி. (D.O.C.) என்றழைக்கப்படும் டீஆக்ஸிகார்டிகோஸ்டிரோன் (Deoxy-

corticosteroen)ஆல்டோஸ்டிரோனைப்போல் 1/10 பங்கு வலிமை வாய்ந்தது. மருத்துவ முறையில் பயன்படுத்தப் படும் ஃபுளூட்ரோகார்டிசோன் (Fludrocortsone) என்னும் மருந்து ஆல்டோஸ்டிரோனைப் போல் 4/10 பங்கு வலிமை வாய்ந்தது.

ஆல்டோஸ்டிரோனைப்போல் வன்மையுள்ள மினர லோகார்டிகாயிடுகள் சிறுநீரகத்தின் தொலைவளை சிறுகுழாய்களில் (Distal convoluted tubules) செய லாற்றி உற்பத்தியாகும் சிறுநீரிலுள்ள சோடியத்தைத் திரும்ப உறிஞ்சவைக்கின்றன (Reabsorption of sodium). சோடியத்தைத் திரும்ப எடுத்துக்கொள்ளும்போது, அதற்குப் பதிலாக,பொட்டாசியம், ஹைட்ரஜன் அயனி களை வெளியேற்றுகின்றன.

ஆல்டோஸ்டீரோன், சில நோய் நிலைகளில் முக்கிய மாகச் சோனாகுளோமெருலோசோவில்கட்டி (Tumour) தோன்றினால்,மிகஅதிகமாகத் தேவைக்கு மீறிச் சுரக்கப் படும் பொழுது, இரத்தத்தில் சோடியம் அதிகரித்தல் (Hypernatremia), இரத்தத்தில் பொட்டாசியம் மட்டம் பெருமளவு குறைதல் (Hypokalemia), வளர்சிதைவினை மாற்ற விளைவால் இரத்தம் அதிக அளவு காரத்தன் மையை அடைதல் (Metabolic alkalosis) இரத்தத்தின் கன அளவு கூடுதல் (Increased Plasma volume), இரத்த அதி அழுத்தம் (Hypertension) எனப் பல விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

3. அண்ணீரக அகணியில் சுரக்கப்படும் காட்டிகாலமைன் களினால் விளையும் உடலியங்கியல், மருந்தியல் விளைவுகள்

1. எபிநெஃப்ரின் மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்த ஒரு நாள அழுத்தியாகும் (Vasopressor).மேலும் அது இதயத்தைத் தூண்டி வலிமையுடன் செயல்பட வைக்கிறது. இதயத் தின் இயங்கு வேகமும் இயங்கு வலிமையும் இதனால் வெகுவாகக் கூடிவிடுகின்றன. இதயம் சுருங்கும்போது உண்டாகும் இரத்த அழுத்தம் இதயத்தின் வலிமை வாய்ந்த இயக்கத்தால் மிகவும் கூடிவிடுகிறது. எபிநெஃ பிரினோ தசைப் பகுதிகளில் நாளத்தை விரிவடையச் செய்து,தசைக்குப் பரவும் இரத்த அளவைக் கூட்டுகிறது. இதனால் தசை நார்கள் களைப்பின்றி அதிக வன்மையு டன் செயலாற்றும் சக்தி பெறுகின்றன. தசை-இரத்த நாள விரிவால், இதயம் விரிவடையும்போது உண் டாகும் இரத்த அழுத்தம் பெருமளவில் குறைகிறது. இதயம் சுருங்கும்போது இரத்த அதி அழுத்தமும், இத யம் விரிவடையும்போது குறைந்த இரத்த அழுத்தமும் இதயத்தின் வேலைத்திறனைப் (Cardiac output) பெரு மளவு அதிகரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

2. எபிநெஃப்ரின் நுரையீரல் மூச்சு நுண்ணறைகளின் திசுக்களை (Relaxation of bronchial smooth muscles) தளரச் செய்வதன் மூலம் நுரையீரல் உட்கொள்ளும் காற்றின் கன அளவைக் கூட்டிவிடுகிறது.

3. எபிநெஃப்ரின் ஈரலின் மீது வினையாற்றி, கிளை கோஜனை (Glycogen) அதிக அளவில் குளுகோசாக வெளிப்படச் செய்கிறது. இந்த அதிக குளுகோஸ் அதிக சக்தியை உடலுக்கு அளித்து உடலின் வேலைத் திறனைக் கூட்டுகிறது.

4. எபிநெஃப்ரின் மேலும் கொழுப்பு உயிரணுக்களில் வினையாற்றித் தனிக் கொழுப்பு அமிலங்களை (Free Fatty Acids) அவற்றிலிருந்து வெளிப்படச் செய்கிறது. இவையும் உடலுக்கு அதிக சக்தியை அளிக்கவல்லன.

5. மயிர்களின் பக்கவாட்டில் இணைந்துள்ள சிறு மயிர், தசை நார்களைத் தூண்டிச் சுருங்க வைக்கிறது. இத னால் ''மயிர்கூச்செறிதல்'' விளைகிறது.

6. வயிறு, குடல் ஆகியவற்றின் தசைகளை இளைப் பாற்றி (Relaxes), உணவுப் பாதையில் அமைந்துள்ள வாய்க்கட்டுத் தசைகளைத்(Sphincters) தூண்டிச் சீரண மாகும் பொருள்கள் முன்னேறாமல் தடை செய்கிறது. ஒய்வாகச் செய்ய வேண்டிய சீரண வேலைகளைத் தடை செய்து, அங்குப்பயன்படும் இரத்த ஓட்டத்தை வேலை செய்யும் இயக்கு தசைநார்களுக்கு மாற்றி விடு கிறது.

7. கண்ணின் கருமணி விரிந்து (Pupillary dilatation) அதிக அளவில் ஒளிக்கற்றைகளை வாங்கி, தூரத்திலும் சுற்றிலுமுள்ள பொருள்களைத் துல்லியமாகக் காண வைக்கிறது.

நார் எபிநெஃப்ரினோ இரத்த அழுத்தத்தை நாளச் சுருக்கத்தின் மூலம் (By vasoconstriction) கூட்டுவதற்கே வினையாற்றுகிறது. இதயம், கல்லீரல், உணவுக்குழாய் ஆகியவற்றில் இதற்குள்ள வினையாற்றல், எபிநெஃப்ரி னுடன் ஒப்பு நோக்கும்போது மிகவும் குறைவானதே. எபிநெஃப்ரினுக்கும் நார் எபிநெஃபிரினுக்கும் உரிய இந்த வேறுபாடு, இவை தூண்டும் எபிநெஃப்ரின் ஏற்பிகளின் வகைகளால் (Adrenergic receptors-types) விளைவதே. நார் எபிநெஃப்ரின் திசுக்களிலுள்ள ஆல்ஃபா - அட்ரினல் ஏற்பிகளை மட்டும் தூண்டும். இந்த ஆல்ஃபா வகை ஏற்பிகள் கண்ணின் ஐரிஸ் ஆரத்தசைகளில் (Radial muscles of iris) அமைந்து, தூண்டப்படும் போது கருமணி விரியக்காரணமாக அமைகின்றன. இரத்த நாளங்களில் அமைந்துள்ள ஆல்ஃபா-அட்ரினல்-ஏற்பிகள் தூண்டப்படும்போது வாய்க்கட்டுத் தசைகளைச் சுருக்கி, உணவு உணவுப் பாதையில் முன்னேறாமல் தடை செய்கின்றன.

எபிநெஃப்ரின், ஆல்ஃபா, பீட்டா என்ற இருவகை அட்ரினல் ஏற்பிகளையும் தூண்டும் தன்மை பெற்றது (Stimulant of α and β adrenergic receptors). ஆல்ஃபா அட்ரினல் ஏற்பிகளைத் தூண்டினால்என்ன நிகழும் என் பதை ஏற்கனவே பார்த்தோம். பீட்டா ஏற்பிகள் கண் ணுள் அமைந்துள்ள வில்லையை (Lens) இயக்கும் சிலி யரி தசைகளில் (Ciliary muscles) அமைந்து, தூண்டப் பெற்றால் அதைத் தளரவைக்கும். எனவேதான் **கண்**

உடனே தூரப்பார்வைக்குத் தயாராகிவிடும். இதயத்தில் பீட்டா ஏற்பிகளே அமைந்துள்ளன. தூண்டப் பெற்றால், இதய இயக்கத்தின் வேகத்தையும், வலிமையையும் இவை கூட்டுகின்றன, நுரையீரல் நுண்ணறைகளின் நுண் தசை நார்களில் அமைந்துள்ள பீட்டா ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால், அவற்றைத் தளரச் செய்கின்றன. இதனால், நுரையீரலில் உட்சுவாசக் காற்றின் கன அளவு கூடி விடுகிறது ஈரலில் அமைந்துள்ள பீட்டா ஏற்பிகள் தூண்டப்பெறும் போது அவை அதிக அளவு குளுகோசை இரத்தத்தில் விடுவிக்கக் காரணமாகின்றன. இயக்கு தசைகளுக்கு இரத்தம் வழங்கும் நாளங்களிடையே அமைந்துள்ள பீட்டா ஏற்பிகள் தூண்டப்பெறும்போது நாளங்களைத் தளர்த்தித் தசைகளுக்கு அதிக அளவில் இரத்தத்தைப் பாய வைக்கின்றன. குடற் பகுதியில் அமைந்துள்ள பீட்டா ஏற்பிகள் தூண்டப்பெறும் போது அவை உணவுப் பாதை இயங்கு நுண் தசைகளை (Autonomic smooth muscle of digestive tract) தளர்வடையச் செய்து, உணவு உணவுப்பாதையில் முன்னேறாமல் செய்து ஜீரணத்தைத் தடை செய்கின்றன.

இவ்வாறு அண்ணீரக ஹார்மோன்களை எபிநெஃப்ரின், நார் எபிநெஃப்ரின் ஆகிய இரண்டும் சுரக்கப்படும்போது உடலின் பாதுகாப்பிற்குத் தேவையான சூழ்நிலைக்கேற்பத் தப்பி ஓடுவதற்கு, அல்லது எதிர்த்துப் போரிடுவதற்குத் தேவையான நிலையை உடலுக்கு அளிக்கின்றன. பயத்தின்போது சுரக்கப்படும் அண்ணீரக ஹார்மோன்களில் அகணியின் அட்ரினலின் செறிவு அதிகமென்பதற்கும், கோபத்தின் போது சுரக்கப்படும் ஊக்கிகளில் நார் எபிநெஃப்ரின் செறிவு அதிகமென்பதற்கும் சான்றுகள் உள.

அண்ணீரக ஹார்மோன்கள், குறைந்தும் மிகுந்தும் சுரக்கும்போது உடலில் ஏற்படும் நோய் நிலைகள்:

1. குஷ்ஷிங் நோய்க் குறித்தொகுப்பு (Cushing syndrome): இந்நோய்நிலை, அண்ணீரகப் புறணியின் மிகையியக்கத்தால் விளையும் அளவு கடந்த சுரப்பாலோ, அண்ணீரகப் புறணி மீது உண்டாகும் கட்டியாலோ (Tumours) மருத்துவத்தில் குளுகோகார்டிகாய்டுகள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டாலோ ஏற்படுகிறது. இந்நோய் நிலைக்குக் காரணம் உடலில் சுழலும் அதிக அளவு குளுகோகார்டிகாயிடுகளே. குஷ்ஷிங் நோய்க்குறித் தொகுப்பால் விளையும் சில மாறுதல்கள்:

1. கொழுப்பு உயிரணுக்கள் முகத்திலும், சிறப்பாகக் கன்னங்களிலும், மேல் முதுகிலும், மார்பிலும், வயிற்றிலும் படிந்து பருத்து "சந்திரவடிவ முகமும் (Moon-like face), மீன் போன்ற வாயும் (Fish-like mouth), எருமை போன்ற திமிலும் (Buffalo-hump), பானை வயிறுமாக (Pot like belly) வடிவெடுக்கின்றன.

2. உடலிலுள்ள புரதம் அழிக்கப்பட்டுக்கொண்டே இருப்பதால் தசைகள் மிக மெலிந்து வலுவின்றிக் காணப்படும். எலும்புகள் புரதச் சத்திழந்து "ஆஸ்டியோ போராசிஸ்" (Osteoporosis) என்ற நோய் நிலையை அடைந்து உடலின் பளு தாங்காமல் சில சமயங்களில் சட்டென்று முறிந்து விடக்கூடும். தோல் மிகவும் மெலிவுற்று அதனுள் இரத்த நாளங்கள் தெளிவாக வெளியே தெரியும். மிக மென்மையான தேய்ப்பில் கூடத் தோல் கிழிந்து காயமாகிவிடும் (Easy bruisability). புண்கள் எளிதில் ஆறமாட்டா.

3. மனநிலைத் தடுமாற்றங்கள் (Mental disorders), இரத்த அதி அழுத்த நிலை (Hypertensive states), சர்க்கரை நோய் (Diabetes). எளிதில் நோய்வாய்ப்படுதல் ஆகியன குஷ்ஷிங் நோய்க் குறித் தொகுப்புடைய நோயாளிகளிடையே விளையும் மற்றைய நோய் நிலைகளாகும்.

2. ஹைப்பர் ஆல்டோஸ்டிரோனிசம்

ஆல்டோஸ்டிரோன் மித மிஞ்சிய அளவு சுரக்கப்படுவதால் இந்நோய் (Hyper aldosteronism) நிலை அடைகிறது. ஆல்டோஸ்டிரோன் மித மிஞ்சிய அளவு சுரப்பது, அண்ணீரகம் அதிக வளர்ச்சி பெற்ற நிலை (Hyperplastic glands), அண்ணீரகத்தில் புற்றுநோய் (Malignant tumour) போன்ற நிலைகளில் இருக்கலாம்.

அளவிற்கு மிஞ்சிய ஆல்டோஸ்டிரோன், இரத்தத்தில் அதிக சோடியம் (Hypernatremia), குறைந்த அளவு பொட்டாசியம் (Hypokalamia), இரத்தம்காரநிலையை அடைதல் (Alkalosis) ஆகிய விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். இது இரத்த அதி அழுத்தநிலை (Hypertensive state), அடிக்கடி சிறுநீர் கழித்தல் (Polyuria), அடிக்கடி தாகம் எடுத்தல் (Polydipsia), பலவீனமடைதல் (Weakness), வலிப்புநோய்க்கு இலக்காதல் (Tetany -இது பொட்டாசியம் குறைவதால் ஏற்படுகிறது) போன்ற நோய்நிலைகளை ஏற்படுத்தும்.

3. ஃபியோகுரோமா சைட்டோமா

ஃபியோகுரோமா சைட்டோமா (Pheochromocytoma) அண்ணீரக அகணியில் குரோமஃப்பின் திசுக்களில் உருவாகும் ஒரு கட்டியாகும் (Tumour). சில சமயங்களில் இது பரிவு நரம்பு மண்டல முண்டுகளிலும் கூடத் தோன்றலாம். சில சமயங்களில் இக்கட்டி 10%, புற்றுநோயாக இருக்க வாய்ப்புண்டு. இக் கட்டிகளிலிருந்து எபிநெஃப்ரின், நார் எபிநெஃப்ரின் ஆகிய இரு காடிகாலமீன்களும் (கட்டிகளின் அமைப்பைப் பொறுத்து) சுரக்கின்றன. இச்சுரப்பு விடாமல் ஒரே அளவாகவோ விட்டுவிட்டோ இருக்கலாம். இரத்த மிகை அழுத்த நிலை, விட்டு விட்டுச் சுரப்பு இருந்தால் சடாரென்று தலைவலி, வியர்த்தல், உள்ளத்தில் ஒருவித அச்சம் ஆகியன ஏற்படலாம். எபிநெஃப்ரின் இல்லாமல் நார் எபிநெஃப்ரின் மட்டும் இக்கட்டிகளிலிருந்து சுரக்கப்பட்டால் கார்போஹைட்ரேட் வளர்

சிதை வினை மாற்றத்தில் எத்தகைய தடுமாற்றத்தை யும் உண்டு பண்ணாமல், இரத்த மிகை அழுத்த நிலையை மட்டுமே ஏற்படுத்தும்.

4. அண்ணீரகப் புறணி குறையியக்கம்

அடிசன் நோய் (Addison's disease).

1885இல் தாமஸ் அடிசன் என்ற மருத்துவரால் முதன் முதலில் விவரிக்கப்பட்ட இந்நோய், அவருடைய பெயரையே பெற்றது. இந்நோய் நிலை அண்ணீரகப் புறணியின் குறையியக்கத்தாலோ, அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் அண்ணீரகத்தை நீக்கிவிடும்போதோ நிகழலாம். தோலில் செறிவான நிறம் அதிகரித்தல் (Hyper pigmentation) பலமின்மை, களைப்பு. எடை குறைதல், இரத்தக் குறையழுத்தம் (Hypotension), இரத்தத்தில் குளுகோஸ் மட்டத்தைச் சரிவரப் பேண முடியாமை (சிறப்பாகப் பட்டினி கிடைக்கும் நேரங்களில்) போன்ற விளைவுகள் இதனால் ஏற்படும். இக்குறையுடைய உயிரிக்கோ மனிதனுக்கோ ஒரு சிறு துன்பம் (உடலில் சிறு இன்னல் அல்லது நோய்) ஏற்பட்டாலும், அது பேரதிர்ச்சியாக மாறி உயிரையே குடித்து விடும். குளுகோகார்டிகாயிடு, மினரலோகார்டிகாயிடு ஆன டெஸ் ஆக்ஸிகார்டிகோஸ்டிரோனோ, ஃபுலுட்ரோ கார்டிசோனோ ஆகியவற்றைத் தகுந்த அளவில் தினமும் அளித்து வர நோய் முற்றிலும் குணமாகும்.

ஆர். த.

நூலோதி

1. **Bertram. G. Katzung.** *Basic and Clinical Pharmacology* Maringen Asian Edition. Large Medical Publications. Edt. (1982)
2. **Bethune J.E.** *The Adrenal Cortex.* A Scope monograph Up john. (1974).
3. **Blaschko, H., Smith. A.D. and Seyers. G.** *Handoook of Physiology,* Section 7. *Endocrinology.* Vol. 6. Adrenal Gland, American Physiological Society, Washington. O.C. (1978).
4. **Chester Jones. 1. X Henderson. 1.W.** (Edt) *General Comparative and Clinical Endocrinology of Adrenal Cortex.* Volume 1-3., Academic Press, New york. (1976, 78, 80)
5. **Davis. J.O. & Preeman, R.H.** *Mechanisms Regulating Renin Release Physiol.* Rev. 1976;
6. **O' Riordan. J.L.H.P.G. Malan & R.P Gould** *Essentials of Endocrinology* Blackwell scientific Publications Oxford, London, Edinburg, Chapter-3 Adernal Gland (1982).
7. **Schulster. D., Eurstein S. & Cooke. B.A.** *Molecular Endocrinology of the Steroid Hormones.* John wiley, New York (1976).

அண்மை சேய்மைகள்

வானியலில் ஒரு முதல் நிலைப் பொருளை (Primary body) மையமாகக் கொண்டு சுற்றிவரும் துணை நிலைப் பொருளின் (Secondary body) நீள்வட்டப் பாதையில் உள்ள இரண்டு புள்ளிகள் அண்மை சேய்மைகள் (Apsides) எனப்படும். இப்புள்ளிகளில் ஒன்று முதல் நிலைப்பொருளுக்கு மிக அருகிலும், மற்றொன்று வெகு தொலைவிலும் உள்ளன. சூரியனை மையமாகக் கொண்டு சுற்றிவரும் கோள் (planet) அல்லது வால் விண்மீன் (Comet)களின் இயக்கப் பாதையில், சூரியனுக்கு மிக அருகில் உள்ள புள்ளி கதிரண்மை (Perihelian) என்றும், வெகு தொலைவில் உள்ள புள்ளி கதிர்ச்சேய்மை (Aphelian) என்றும் குறிப்பிடப்படும். இதே போல் சந்திரனின் இயக்கப் பாதையில் புவிக்கு அண்மையில் உள்ள புள்ளி புவி அண்மை (Perigee) எனவும், வெகுதொலைவில் உள்ள புள்ளி புவிச்சேய்மை (Apogee) எனப்படும். மேலும் வியாழனுடைய துணைக் கோள்களின் (Satellite) இயக்கப் பாதையில் உள்ள புள்ளிகள் வியலண்மைகள் (Perijove), வியற்சேய்மை (Apjove) எனப்படும். சூரியனுடைய இயக்கப் பாதையின் பேரச்சு (Major Axis) அண்மை சேய்மைக் கோடு (The line of Apsides) எனப்படும். காண்க, சுற்று வட்ட இயக்கம்

அணிக் கோட்பாடு

எண்கள் அல்லது பொருள்கள் செவ்வக வடிவில் அடுக்கப்பட்டால் அவ்வமைப்புகள் அணிகள் (Matrix) எனப்படும். அணிகளில் நிரைகள் (Rows) எப்போதும் மேலிருந்து கீழாகவும், நிரல்கள் (Columns) இடமிருந்து வலமாகவும் எண்ணப்படும். கீழே உள்ள அணி, m நிறைகளையும் n நிரல்களையும் கொண்டது. ஒவ்வோர் உறுப்பின் இருப்பிடத்தையும் அதனுடைய பின்னடையின் (Subscripts) மூலம் அறியலாம். எடுத்துக்காட்டாக a_{ij} என்ற உறுப்பு i-ஆவது நிரையும் j-ஆவது நிரலும் சந்திக்கும் இடத்தில் உள்ள உறுப்பாகும்.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

இந்த அணி $A = (a_{ij})$ என்று சுருக்கமாகக் குறிப்பிடப்படும்.

பொருளாதாரம் (Economics), உளவியல், புள்ளியியல் (Statistics), பொறியியல் (Engineering), இயற்பியல் (Physics), கணிதம் (Mathematics) போன்ற பகுதிகளில்

இது பயன்படுகின்றது. குறிப்பாகக் கணிதத்தில் இயற் கணித சமன்பாடுகளின் நேரியல் அமைப்புகள், நேரியல் வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் (Linear differential equations), நேரியல் உருமாற்றங்கள் (Linear transformations), இருபடி, முப்படி ஆகிய அமைப்புகளுக்கு இது மிகவும் பயன்படுகிறது. ஆர்தர் கெய்லி என்ற அறிஞர் முதன் முதலில் அணிக் கோட்பாடு பற்றி முறையாக ஆராய்ந்தார். அவர் அணிகளை அறிமுகப்படுத்தி அவற்றின் பண்புகள் ஓர் இயல் எண்ணுக்கு (Natural number) உள்ள பண்புகள் அனைத்தும் உடையன என அறிவித்தார்.

அணியில் நிரைகளும் நிரல்களும் சமமாக அமைந்தால் அது சதுரஅணி (square matrix) எனப்படும். ஒரே நிரை (ஒரே நிரல்) உள்ள அணி, நிரை அணி (நிரல் அணி) எனப்படும்.

இரண்டு அணிகளின் நிரைகளும் சமமாக அமைந்து, அவற்றின் உறுப்புகள் $a_{ij} = b_{ij}$ (அனைத்து i, jக் களுக்கும்) சமமானால் அந்த இரு அணிகளும் சமமாகும்.

அணிக்கூட்டல் (Matrix addition)

இரு அணிகளின் நிரைகளும் நிரல்களும் சமமாக இருந்தால் அந்த இரு அணிகளையும் கூட்டலாம். $A=(a_{ij})$. $B=(b_{ij})$ என்ற இரண்டு அணிகளின் கூட்டல் $A+B=C=(C_{ij})$ ஆகும். இங்கு $C_{ij}=a_{ij}+b_{ij}$ (அனைத்து i,j-க்களுக்கும்). அணிக்கூட்டல், சேர்ப்பு விதி (associative law), பரிமாற்றுவிதி (commutative law) ஆகியவற்றை நிறைவு செய்கின்றது என்பதை இதிலிருந்து காணலாம். அதாவது

$$(A+B)+C=A+(B+C)$$
$$A+B=B+A$$

ஓர் அணியின் அனைத்து உறுப்புகளும் பூச்சியமாக இருப்பின் அது பூச்சிய அணி (Zero matrix or null matrix) எனப்படும். $A+B=O$ (இங்கு O என்பது பூச்சிய அணி) எனில் $B=(-a_{ij})$ என்பது A யின் நேர்மாறு அணி (Inverse matrix) ஆகும்.

அணிப்பெருக்கல்

A,B என்ற இரு அணிகளால் $A\times B$ என்ற அமைப்பில் பெருக்க வேண்டுமானால் A இன் நிரல்களும் B இன் நிரைகளும் சமமாக இருக்க வேண்டும். இதில் உள்ள ஒவ்வோர் உறுப்பின் அமைப்பும்

$$c_{ij} = a_{i1}\times b_{1j} + a_{i2}\times b_{2j} + \dots\dots\dots + a_{in}\, b_{nj}$$

என்றவாறு இருக்கும். A,B என்ற இரு அணிகளும் ஒரே வரிசைகள் கொண்ட சதுர அணியானால் AB, BA ஆகிய இரு பெருக்கல் அணிகளைக் காணலாம். அணிப் பெருக்கல் சேர்ப்பு விதியைச் சரி செய்யும். அதாவது A-இன் வரிசை $m\times n$ என்றும், B-இன் வரிசை $n\times q$ என்றும் C இன் வரிசை $q\times r$ என்றும் இருந்தால், $A(BC)=(AB)C$ என நிறுவ முடியும். மேலும் அணிகள் A,B,C அதற்குத் தேவையான வரிசை முறைகளைக் கொண்டிருந்தால் $A(B+C) = AB+AC$, $(A+B)C = AC+BC$ போன்ற செயல் முறைகளைக் காணலாம். பொதுவாக $AB\neq BA$, A என்ற அணியை k என்ற எண்ணால் பெருக்கக் கிடைக்கும் அணி $kA=(ka_{ij})$ ஆகும்.

நிரை -நிரல் மாற்ற அணி (Transpose Matrix)

A என்ற அணியின் நிரைகளை நிரல்களாகவும், நிரல்களை நிரைகளாகவும் கொண்ட அணி A யின் நிரை-நிரல் மாற்ற அணியாகும். இது A^T எனக் குறிப்பிடப் படும். $A=(a_{ij})$ $A^T=(b_{ij})$ எனில் $b_{ji}=a_{ij}$ எனவாகும். $A=A^T$ எனில் A ஒரு சமச்சீர் அணி (symmetric matrix) எனப்படும். $(AB)^T=B^T A^T$ என நிறுவலாம்.

இணைக்காரணி (Cofactor)

a_{ij} என்ற உறுப்பின் இணைக்காரணியைக் காண A இல் இருந்து i ஆவது நிரையையும், j ஆவது நிரலையும் நீக்கியபின் கிடைக்கும் அணிக்கோவையை (Determinant) $(-1)^{i+j}$ ஆல் பெருக்க a_{ij} இன் இணைக்காரணி

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$ எனில் a_{12}-இன் இணைக்காரணி

$$a_{12} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix}$$

$$a_{12} = -(a_{21}\, a_{33} - a_{31}\, a_{23})$$

முக்கோண அணி (Triangular matrix)

ஒரு சதுர அணியின் மூலைவிட்ட உறுப்புகளுக்கு மேலே அல்லது கீழே உள்ள அனைத்து உறுப்புகளும் பூச்சியமானால் அந்த அணி முக்கோண அணி எனப்படும்.

மூலைவிட்ட உறுப்புகளைத் தவிர மற்ற உறுப்புகள் பூச்சியமானால் அந்த அணி மூலைவிட்ட அணி (diagonal matrix) எனப்படும், மூலைவிட்ட அணியின் உறுப்புகளும் சமமானால் அது அளவன் அணி (Scalar matrix) எனப் படும். அளவன் அணியின் உறுப்புகள் ஒன்று ஆனால் அது அலகு அணி (Unit matrix) எனப்படும். இது I எனக் குறிப்பிடப்படும்.

நேர்மாற்ற அணி (Inverse matrix)

இரண்டு அணிகளின் பெருக்கல் அணி அலகு அணியானால் அந்த அணிகள் ஒன்று மற்றொன்றின் நேர் மாற்ற அணியாகும். அதாவது $AB=I=BA$ ஆனால் B,A இன் நேர்மாற்ற அணி அல்லது A,B இன் நேர் மாற்றஅணியாகும். ஓர்அணியின்நேர்மாற்றஅணியைக்

காண்பது எளிதாகும். ஆனால் மிக அதிக வரிசைகள் கொண்ட அணிக்கோவையின் நேர்மாற்ற அணியைக் காண்பது மிகவும் கடினமாகும்.

அணியின் சிற்றணிக்கோவைகள்

A என்ற m × n அணியின் r நிரைகளையும், r நிரல்களையும் கொண்ட அணியின் அணிக்கோவை சிற்றணிக்கோவை (minor) எனப்படும்.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix} \text{ எனில்}$$

இதன் ஒவ்வோர் உறுப்பையும் சிற்றணிக்கோவை எனலாம். மேலும்

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{22} & a_{23} \end{vmatrix} \text{ போன்ற}$$

அணிகள் இதன் சிற்றணிக்கோவைகளாகும்.

அணியின் தரம் (Rank of a matrix)

அணி A இன் (r + 1)-வது சிற்றணிக்கோவைகள் அனைத்தும் பூச்சியமாகவும் ஏதாவது ஒரு r-வது சிற்றணிக்கோவை பூச்சியமாகாமலும் இருந்தால் அந்த அணியின் தரம் r எனப்படும். அதாவது P(A) = r

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 7 \\ 3 & 6 & 10 \end{vmatrix}$$

என்ற அணியின் தரம் இரண்டும் ஆகும். ஏனென்றால்

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 7 \\ 3 & 6 & 10 \end{vmatrix} = 0$$

ஆனால் $\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 7 \end{vmatrix} \neq 0$

அணிகளை மூலைவிட்ட அணிகளாக்குதல்

ஓர் அணியை இயல்பான பல மாற்றங்கள் செய்து அதனை மூலைவிட்ட அணியாக மாற்றுதல் ''அணியை மூலைவிட்டமாக்கல்'' எனப்படும். இது சமன்பாடுகளைத் தீர்வு காண்பதை மிக எளிமைப்படுத்துகிறது.

இம்முறையைத் தெளிவுபடுத்துவதற்காக எடுத்துக்காட்டு ஒன்று தருவோம்.

$$3x + 4y = 10$$

$$8x - y = 15$$

என்ற சமன்பாடுகளிலிருந்து

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 10 \\ 8 & -1 & 15 \end{bmatrix}$$

என்ற அணியை உருவாக்கலாம். இதில் முதல் நிரையின் உறுப்புகளை 1/3ஆல் பெருக்கிப் புதிய அணியை உருவாக்குக.

$$\begin{bmatrix} 1 & 4/3 & 10/3 \\ 8 & -1 & 15 \end{bmatrix}$$

தொடர்ந்து முதல் நிரையை-8ஆல் பெருக்கித் தொடர்பான இரண்டாம் நிரை உறுப்புகளுடன் கூட்டுக.

$$\begin{bmatrix} 1 & 4/3 & 10/3 \\ 0 & -35/3 & -35/3 \end{bmatrix}$$

இதனைத் தொடர்ந்து இரண்டாம் நிரை உறுப்புகளை —3/35 ஆல் பெருக்க.

$$\begin{bmatrix} 1 & 4/3 & 10/3 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

கிடைக்கிறது. இரண்டாவது நிரை உறுப்புகளை −4/3 ஆல் பெருக்கி இயைந்த முதல்நிலை உறுப்புகளுடன் கூட்டுக.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

இதனால் சமன்பாடுகளின் புதுவடிவம்

$$x = 2$$

$$y = 1$$

என்பதால் சமன்பாடு தீர்வு ஆகிறது. இம்முறையில் மூலைவிட்ட உறுப்புகள் a_{11}, a_{22} ஆகியன 1 ஆகவும் a_{21}, a_{12} ஆகியன 0 ஆகவும் இருக்குமாறு மாற்றியமைத்தோம். இதுவே அணியை மூலைவிட்டமாக்கல் எனும் முறையாகும்.

அணியின் சிறப்பியல்பு மூலங்களும் திசையன்களும்

காண்க. அணியின் ஐகன் மதிப்புகளும் ஐகன் திசையன்களும்.

ஹெர்மீஷியன் அணி

$\bar{A}^{T}$ =A எனில், A ஒரு ஹெர்மீஷியன் அணி எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1-i & 2 \\ 1+i & 3 & i \\ 2 & -i & 0 \end{pmatrix}$$

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} 1 & 1+i & 2 \\ 1-i & 3 & -i \\ 2 & i & 0 \end{pmatrix}$$

$$\bar{A}^{T} = \begin{bmatrix} 1 & 1-i & 2 \\ 1+i & 3 & i \\ 2 & -i & 0 \end{bmatrix}$$

எனவே A ஒரு ஹெர்மீஷியன் அணி ஆகும்.

அலகிடை அணி

$A\bar{A}^{T} = I$ எனில், A ஓர் அலகிடை அணியாகும். $|A| = 1$ ஆக இருக்கும். இரு அலகிடை அணிகளின் பெருக்கற் பலனும் அலகிடை அணி ஆகும். மேலும் $A^{T} = A^{-1}$ ஆக இருக்க வேண்டும். ஆகவே A^{-1} உம் ஓர் அலகிடை அணி ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

$$A = 1/5 \begin{bmatrix} -1+2i & -4-2i \\ 2-4i & -2-i \end{bmatrix}$$

$$\bar{A} = 1/5 \begin{bmatrix} -1-2i & -4+2i \\ 2+4i & -2+i \end{bmatrix}$$

$$\bar{A}^{T} = 1/5 \begin{bmatrix} -1-2i & 2+4i \\ -4+2i & -2+i \end{bmatrix}$$

$$A \cdot \bar{A}^{T} = 1/25 \begin{bmatrix} 5+20 & 0 \\ 0 & 20+5 \end{bmatrix} = I$$

அணியின் சுவடு (Trace of a matrix)

ஓர் அணியின் (முக்கிய) மூலை விட்ட உறுப்புகளின் கூடுதல் அதன் சுவடு எனப்படும். அதாவது சுவடு $A = \Sigma a_{ii}$ ஆகும்.

சுவடு (kA) = k (சுவடு A)

சுவடு (A+B) = சுவடு A + சுவடு B.

சுவடு (AB) = சுவடு (BA) போன்ற பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும்.

ஜே. டி. சா.

நூலோதி

1. Mc-Graw-Hill *Encylopaedia of Science & Technology*, Vol-8, 1977.

2. *Encyclopaedia Americana*, Vol-8, 1980.

அணிக்கோப்பு அதிர்வுகள்

படிகத்தின் பொருள்களின் அணுக்கள் முப்பரிமாணப் புள்ளி வரிசைத் தொகுப்புகளில் அமைகின்றன. இவ் வரிசைத் தொகுப்பின் புள்ளிகள் ஒவ்வொன்றும் மற்ற புள்ளிகளால் மூடப்பட்டிருப்பது ஒரே சீராக உள்ளது. இத்தகைய வரிசைத் தொகுப்பு, அணிக்கோப்பு (Lattice) எனப்படுகிறது. ஒரு படிகத்தில் பொருளின் அணுக்கள் அதன் அணிக்கோப்புத் தானங்களில் நிலையாக அமராமல் அலைவியக்கத்தில் ஈடுபடுகின்றன. இயல்பான வெப்ப நிலையிலேயே ஏற்படும் இவ்விளைவு திண்பொருள் வெப்பமுறும்போது விரைவடைந்து அணுக்கள் அதிர்வின் வீச்சு அதிகமாகின்றது. இறுதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அதிர்வுகள் கட்டுக்கடங்காத நிலையை எய்தும்போது அணுக்கள் அவற்றின் அணிக்கோப்புத் தானங்களை விட்டுப் பிரிகின்றன. இந்நிலையில் திண்பொருள் படிக நிலையை இழந்து உருகத் தொடங்குகின்றது. இது ஒரு புறமிருக்க, படிகத்தின் பொருளைக் குளிர்வித்து அது சார்பிலாச் சுழி வெப்பநிலை (Absolute zero) அடையுமாறு செய்யினும், அணுக்கள் அதிர்வின் வீச்சு முழுவதும் குறைந்து அடங்குவதில்லை. மாறாக ஒரு குறையளவு அதிர்வு அணுக்களிடம் தொடர்ந்து காணப்படுகின்றது. இவ்வதிர்வு சுழிநிலை அதிர்வு (Zero point vibration) எனப்படும்.

அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளின் ஆற்றலைக் குறிப்பிட ஃபோனான் (Phonon) என்னும் குவாண்டம் அலகு பயன்படுகிறது. இது மின்காந்த அலையின் (Electro-magnetic wave) அலகான ஃபோட்டான் (Photon) என்பதை ஒத்தது. படிகங்களில் பரவும் மீட்சியிலா அலைகள் (Inelastic waves) போனான்களால் ஆனவை எனவும், படிகங்களில் ஏற்படும் வெப்ப அதிர்வுகள் (Thermal vibrations) வெப்பத் தூண்டுதலால் உண்டான போனான்கள் (Thermally excited phonons) எனவும் கருதப்படுகின்றன.

திண்பொருள்களின் வெப்பநிலை சார்புடைய பல்வேறு விளைவுகளும் அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளுடன் தொடர்புடையவையாகும். கீழ்க்காணும் விளைவுகள் குறிப்பிடத்தக்கன:

அ) படிகங்களினூடே வெப்பக்கடத்தல்: அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளுக்கு இதில் பெரும் பங்குண்டு.

ஆ) பல்வேறு உலோகங்களின் வெப்பநிலை அதிகமாகும் போது அவற்றின் மின்தடை அதிகமாதல்.

ஓர் உலோகத்தின் மின் தடைக்குக் காரணம் அதன் மின் கடத்தும் எலக்ட்ரான் (Conduction Electron) களை அணுக்களின் அதிர்வு சிதறடிப்பதாகும். வெப்ப நிலை உயரும்போது அணுக்களின் அதிர்வு வலுப் பெற்றுச் சிதறப்பெறும் எலெக்ட்ரான்கள் அதிகரிக்கின்றன. ஆகவே உலோகத்தின் மின் தடை அதிகரிக்கிறது.

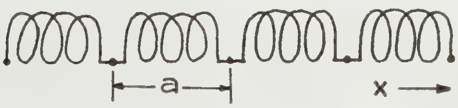
இ) ஒரு ஃபெரோ காந்தப்பொருள் (Ferro - magnetic solid) க்யூரி வெப்பநிலைக்கு (Curie temperature) மேல் சூடேற்றப்படும்போது பாரா காந்தப் பொருள் (Para-magnetic solid) ஆக மாறுகிறது. இதற்குக் காரணம் அத்தகைய வெப்பநிலையில் அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளின் ஆற்றல் மிகவும் அதிகரித்து அணுக்களினிடையில் உள்ள காந்த விசைகளை மிஞ்சுவதேயாகும்.

ஈ) திண்பொருள்களின் வெப்ப எண் மாறுபடுதல்

அணிக்கோப்பு அதிர்வு பற்றிய ஆய்வுகளில் பல இவ்விளைவு தொடர்பானவை. 1819ஆம் ஆண்டு டுலாங்-பெடிட் (Dulong and Petit) ஆகியோர் வெளியிட்ட வெப்ப எண் விதி (Law of sepcific heat)யின் படி திண்பொருள்கள் யாவும் ஒரே அளவு வெப்ப எண் உடையவை எனப்பட்டது. முதுபழங்கொள்கையின் (Classical theory) அடிப்படையில் ஒரு படிகத்தின் அணுக்கள் சீரிசை அலையியற்றிகளாக (Harmonic oscillators) அதிர்கின்றன எனக் கூறும் போல்ட்ஸ்மன் (Boltsmann) என்பவர் கருத்துப்படி இது இயல்வதே. ஆனால் டுலாங்-பெடிட் வெப்ப எண் விதி எல்லா வெப்ப நிலைகளிலும் சரியானதென்று ஏற்கத்தக்க தன்று. இதற்குக் காரணம் வெப்ப எண் வெப்பநிலைக்கு நேர்விகிதத்தில் மாறக்கூடியது எனக் காணப்பட்டது தான். இதை மனத்தில் கொண்டு ஆல்பர்ட் அய்ன்ஸ்டீன் (Albert Einstein) இயற்கைக் கொள்கையின்படி அணுக்கள் யாவும் ஒரே அதிர்வெண்ணுடன் அதிர்கின்றன எனப்பட்டது. இதற்கு மேலும் திருத்தமாக டிபை (De bye), பார்ன், வான் கார்மன் (Born and Von Karman) ஆகியோரால் தரப்பட்ட கொள்கைப் படி அணுக்கள் ஒலி நெடுக்கத்தில் (Acoustic range) அடைந்த சில அதிர்வெண்களில் அதிர்கின்றன என்று கருதப்பட்டது. பார்ன்-வான் கார்மன் கொள்கைப்படி படிகங்களின் அணுக்கோப்புகளின் அணுக்கள் பரவியுள்ள வகை ஒரு திண்பொருளின் பொருண்மைப்புள்ளி (Point mass)களுக்குப் பொருந்தும் எனக் கொண்டு அவற்றின் ஒலி நெடுக்க அதிர்வு எண்களைக் காணலாம் எனக் கூறப்பட்டது. அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளைப் பொறுத்த வரையில் பார்ன்-வான் கார்மன் கொள்கையே சிறந்ததெனக் கருதப்படுகிறது.

ஒரு பரிமாண அணிக்கோப்பு

ஒருபரிமாண அணிக்கோப்பு ஒன்றின் தோராய அமைப்பு படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் வடிவொத்த, ஒவ்வொன்றும் M நிறையுள்ள n துகள்கள் xஅச்சில் a சம இடைவெளிகளில் அமைந்துள்ளன. துகள்களுக்கு இடையில் செயற்படும் விசைகள் ஹூக்கின் விதிக்குக் (Hooke's Law) கட்டுப்படுவதாகும். படத்தில் அவை துகள்களை இணைக்கும் சுருள்விற்களால் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் அவை மிக அருகில் அமைந்த துகள்களுக்கிடையில் தான் செயல்படக் கூடியன என்றும் அவற்றின் ஹூக் மாறிலி α-(Hooke's constant $= \alpha$) எனவும் கருதப்படுகிறது.



படம்-1. ஒரு பரிமாண அணிக்கோப்பு அமைப்பு

மேற்கூறிய அணிக்கோப்பில் உள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையான N, பொருளின் அவகாட்ரோ எண்ணை (Avagadro number) விடப் பெரிது எனக் கொள்ளலாம். பார்ன்—வான்கார்மன் கொள்கைப்படி மேற்குறிப்பிட்ட ஒரு பரிமாண அணிக்கோப்பின்

அதிர்வு எண். $\gamma = \gamma_o \sin \frac{\pi j}{2N}$ $(1<j<N)$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் j இன் ஒவ்வொரு மதிப்புக்கும் ஓர் குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் உள்ள அதிர்வு வகை (Mode of vibration) உள்ளது. மேலும் $\sin \frac{\pi j}{2N}$ அதன் பரும மதிப்பு 1 ஆக இருக்கும்போது அதிர்வெண் γ அதன் பெரும மதிப்பாகி γ_oஐ அடைகிறது. அவ்வமயம் $j = N \left[\because \sin \frac{\pi}{2} = 1\right]$ ஆகவே ஒரு பரிமாண அணிக்கோப்பில் N அதிர்வு வகைகள் உள்ளன. இந்த அதிர்வு வகைகளில் அதிர்வெண்களின் பரப்பீடு (Distribution)

$$g(\gamma) = \frac{2N}{\pi \sqrt{\gamma_o^2 - \gamma^2}}$$

என்ற சமன்பாடு மூலம் பெறப்படுகிறது. ஒரு பரிமாண அணிக்கோப்பு (One dimensional lattice), தொடர்பம் (Continuum) ஆகியவற்றில் அதிர்வெண் γ மாறுவதற்கேற்ப $g(\gamma)$ மாறும் வீதம் கீழ்க்காணும் வரைபடத்தில் காணலாம்.

முப்பரிமாண அணிக்கோப்பு (Three dimentional lattice)

முப்பரிமாண அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளின் கணித முறை ஆய்வு சற்றுக் கடினமானதாகும். ஒரு படிகத்தில் பலவிதமான விசைகள் செயற்பட வாய்ப்புண்டு. அவையாவன:

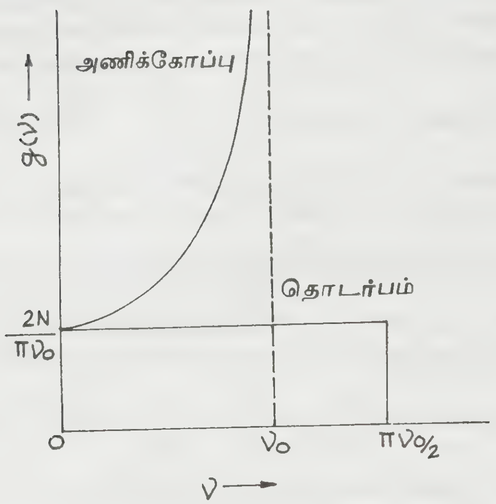
அ) மைய விசை (Central force) அல்லது ஆர விசை (Radial force)

ஆ) கோணவிசை (Angular force)

இ) மையமற்ற விசை (Non-Central force)

ஈ) டென்சார் விசை (Tensor force)

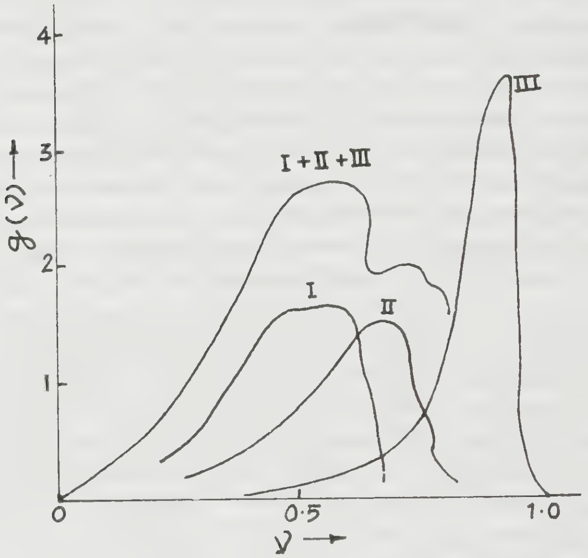
மேற்கூறியவை இரு துகள்களுக்கிடையிலோ அல்லது இரு பிணைப்புக் கோடுகளுக்கு (Bond lines) இடையிலோ செயற்படும். அவ்விசைகளின் அருகில் வேறு துகள்களோ அல்லது இணைப்புக் கோடுகளோ வந்தாலும் அவை பாதிக்கப்படமாட்டா. இவற்றைத் தவிர உலோகங்களின் எலெக்ட்ரான்களுக்கிடையில் செயற்படும் விசை சற்று வேறுபட்டது. இரு நேர்மின் அயனிகள் (Positive ions) ஒன்றையொன்று நெருங்கும்போது



படம்-2. ஒரு பரிமாண அணிக்கோப்பிலும் தொடர்பத்திலும் பரப்பீடு மாறும் வகை.

உண்டாகும் மின்னூட்ட அடர்த்திப் (Charge density) பெருக்கத்தை ஈடு செய்ய எலெக்ட்ரான்கள் அவ்விடத்திற்கு விரைகின்றன. அந்த எலெக்ட்ரான் கூட்டத்தை எலெக்ட்ரான் வளியம் (Electron gas) என்கிறோம். ஆனால் எலெக்ட்ரான் வளிமத்தின் இறுகுதிறன் (Compressibility) குறைவானதால் அதன் அடர்த்தி அதிகமாவதற்கு ஓர் எதிர்ப்பு உண்டாகிறது. ஆகவே எலெக்ட்ரான்களின் அயனிகளை ஈடு செய்வது குறைவாகவே இருக்கும். எனவே அயனிகள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்துத் தள்ளுவதால் ஏற்படும் கூட்டு விசைகள் (Collective forces), துகள்களின் அடர்த்தி அதிகமாகும் எம்முயற்சியையும் எதிர்க்கின்றன. இத்தகைய விசைகள் பரும விசைகள் (Volume forces) எனப்படுகின்றன.

அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளின் பரப்பீடு எண் (Distribution function) ஆன g(γ) காணுவதற்குப் பகுத்தாயும் முறைகள் (Analytic methods) பொதுவாகப் பயன்படுவதில்லையாதலால் கணக்கிடும் முறை கையாளப்படுகிறது. லெய்ட்டன் (B·R. Leighton) என்பார் 1948இல் அருகருகே அமைந்த துகள்களுக்கிடையில் மைய விசைகள் செயல்படும், பக்க மையங்கொண்ட கன சதுர அணிக்கோப்பின் (Face central cube lattice) மாதிரிக்கு g(γ) கணக்கிட்டார். அவர் தம் கணக்கீடுகளை வெள்ளிப் (Silver) படிகத்திற்குப் பயன்படுத்திக் கண்ட முடிவுகளின் வரைபடம் (படம் 3) மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. படம்-3 இல் I,II என்று குறிப்பிடப்பட்ட வரைகோடுகள் மீட்சிப் பண்பும் திசையொப்புப் பண்பும் உள்ள ஒரு திண்பொருளில் (Elastically Isotropic solid) குறுக்கலைகள் (Transverse waves) பரவுதல் காரணமாக g(γ) அதிர்வெண்ணுடன் மாறுவதைக் குறிக்கிறது. அதே திண்பொருளில் நெட்டலைகள் (Longitudinal waves) பரவுவதால் மாறும் விதத்தை III குறியிடப்பட்ட வரைகோடு குறிக்கிறது. ஆனால் மீட்சிப் பண்புடன் திசையொவ்வாப்பண்பியலும்உள்ள படிகங்களில் (Elastically anisotrophic crystals) பரவும் அலைகள் முழுவதும் குறுக்கலைகளோ அல்லது முழுவதும் நெடுக்கலைகளோ அல்ல. எனவே படிகங்களைப் பொறுத்தவரை I,II குறியிடப்பெற்ற வரைகோடுகள் பொதுவாகக் குறுக்-



படம்-3. பக்க சதுர அணிக்கோப்பின் மாதிரிக்குப் பரப்பீடு மாறும் வகை. லெய்ட்டனால் பெறப்பட்டது.

கலைகளுக்காகவும், III குறியிடப்பெற்ற வரைகோடு பெரும்பாலும் நெட்டலைகளுக்காகவும் பெறப்பட்டவை எனக் கருதப்படுகிறது. அணுக்களின் சூழ்நிலைகள் ஒரே மாதிரியாக உள்ள பிரவாய்ஸ் (Bravais) அணிக்கோப்புகளிலும் g(γ) பரப்பீடு மூன்று கிளைகள் கொண்டதாகும். இக்கிளைகள் குறைந்த அதிர்வெண்களுக்கானவை, ஆகவே அவை ஒலியியல் கிளைகள் (Acoustic branches) எனப்படும். அதே நேரம் பிரவாய்ஸ் அல்லாத அணிக்கோப்புகளான வைரம், சோடியம் குளோரைடு போன்றவற்றுக்கான வரைபடக்கிளைகள் உயர் அதிர்வெண்களுக்கானவை. ஆகவே அவை ஒளியியல் கிளைகள் (Optical branches) எனப்படுகின்றன.

ஆய்வுகள்

அணிக்கோப்பு அதிர்வு தொடர்பான ஆய்வினை அணுகும் முறை கீழ்க்காணும் விதங்களில் உள்ளது. முதலாவதாக, அணிக்கோப்பு அதிர்வு பற்றிய ஆய்வுகளில் கணக்கிடப்படும் g(γ) என்பதைச் சரிபார்த்தல். இதற்கு ஆய்வு மூலம் பெறப்பட்ட வெப்ப எண்ணின் மதிப்பும் கணக்கிடும் முறையில் பெறப்பட்ட அதன் மதிப்பும் ஒப்பிடப்படுகின்றன. இம்முறையினால்

பார்ன்-வான் கார்மன் கொள்கையானது டி பை (Debye theory) வெப்ப எண் கொள்கையை விட ஆய்வு மூலம் பெறப்பட்ட மதிப்பீடுகளுக்கு ஒப்ப இருப்பது தெரிந்தது.

மற்றொரு வகையான ஆய்வு முறையில் அணிக் கோப்பு அதிர்வுகளால் எக்ஸ் கதிர்கள் சிதறப்படுவது ஆராயப்படுகிறது. ஒரு நிலையான அணிக்கோப்பி னால் ஏற்படும் விளிம்பு விளைவுப்பாங்கு (Figgeraction pattern) தெளிவானதாகவும், அணிக்கோப்பின் ஒழுங் கான அமைப்புக்கேற்றவாறும் இருக்கவேண்டும். ஆனால் ஒரு படிகத்தின் அணிக்கோப்பினூடே செல்லும் ஒற்றை அலைநீள எக்ஸ் கதிரின் விளிம்பு விளைவுப்பாங்கு அவ்வாறு இருப்பதில்லை. மாறாக விளிம்பு விளைவு மையத்தில் பெருமச் செறிவுடனும் அதற்கு இரு புறங்களிலும் பரவலாகக் குறையும் செறி வுடனும் காணப்படுகிறது. இதற்குக் காரணம் அதிர் வினால் அணிக்கோப்பில் ஏற்படும் பிழையும், அதன் காரணமாக விளிம்பு விளைவுப் பெருமம் (Diffraction maximum) மையத்தின் இரு புறங்களிலும் விரவப்படு வதுமாகும். இவ்விளைவின் கொள்கை 1918ஆம் ஆண்டில் ஃபாக்சென் (L.Faxen) என்பவரால் தரப்பட்டு 1938ஆம் ஆண்டு லாவல் (J. Laval) என்பவரால் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. இம்முறை மேன்மேலும் விரிவாக்கப் பட்டுள்ளது. தற்கால ஆராய்ச்சிகளில் ஒற்றை அலை நீள எக்ஸ் கதிர்களையும் குறிப்பிட்ட சில படிகங்களை யும் பயன்படுத்தி ஆய்வு மூலம் விளிம்பு விளைவுப் பாங்கு ஒளிச்செறிவின் பரப்பீட்டுக்கான வரைபடம் பெறப் படுகிறது. இதுவே கொள்கைப்படி கணக்கிடும் முறை யிலும் தயாரிக்கப்பட்டு இரண்டும் ஒப்பிடப்படுகின்றன. இம்முறையின் குறைபாடுகள் காம்ப்டன் சிதறலால் ஏற்படும் பிழையும், பரப்பீடு வளைகோட்டின் இரு கோடிகளிலும் அளவீடுகளில் ஏற்படும் பிழையுமாகும். பொதுவாக இம்முறையும் முதற்கண் கூறப்பட்ட வெப்ப எண் முறையும் ஒன்றுக்கொன்று பக்கபலமாக அமைந்துள்ளதால் இரண்டுமே ஆய்வுகளில் கையாளப் படுகின்றன.

அணிக்கோப்பு அதிர்வு பற்றிய மூன்றாவது ஆய்வு முறையானது அணிக்கோப்பு அதிர்வுகளால் குறை வேக நியூட்ரான்கள் (Slow neutrons) மீட்சியிலாச் சிதறலுக்குள்ளாவதை ஆராய்வதாகும். இம்முறை எக்ஸ் கதிர் சிதறல் முறையை விடப் பலவகைகளில் சிறப்பானதெனக் கருதப்படுகிறது.

வீ.தா.ச.

நூலோதி

Condon and Odishaw *Handbook of Physics*, Mc Graw-Hill, International Co, I Edn-1958.

அணிக்கோவை

சதுர அமைப்பில் அடுக்கப்பட்ட பொருள்கள் அல்லது எண்களின் அமைப்பு அணிக்கோவை (Determinant) எனப்படும். இதில் உள்ள ஒவ்வொரு பொருளும் உறுப்பு (Element) எனப்படும். அணிக்கோவைக் கோட்பாடு அணிக் கோட்பாட்டின் (Matrix theory) ஒரு பகுதி ஆகும். இது இயற்கணிதத்தில் ஒரு பிரி வாகும். நேரியல் சமன்பாடுகளின் (Linear equations) தீர்வு காண்பதற்கு இது மிகவும் முக்கியமாகத் தேவைப் படுகின்றது மேலும் பகுமுறை வடிவ கணிதம் (Analytical geometry), நுண்கணிதம் (Calculus), வகைக் கெழு சமன்பாடுகள் (Differential equations) போன்ற வற்றிலும் பயன்படுகின்றது.

அணிக்கோவையின் தொடக்கம் (Origin) நேரியல் சமன்பாடுகளைத் தீர்வு காண்பதில் தொடங்கியது. அதனைக் கண்டறிந்த பெருமை இலபினிட்ஸ் (Leibnitz) என்ற கணித அறிஞரையேச் சாரும். இவர் சேகி கோவா (Seki Kowa) என்ற ஜப்பான் கணித அறிஞ ரின் குறிப்புகளைக் கொண்டு 1693ஆம் ஆண்டு இதனை உருவாக்கினார். அணிக்கோவையைப் பற்றி நீண்ட நாட்களாகச் சிந்திக்காமல் இருந்த நிலையில் 1750ஆம் ஆண்டு, கேப்ரியேல் கிராமர் (Gabriel-Grammer) வளைவுகளின் பகுப்பாய்வு பற்றி ஆராயும் போது மீண்டும் அணிக்கோவை உருவெடுத்தது. முன்பே விரிவுபடுத்தப்பட்ட இந்தக் கோட்பாடு 1771ஆம் ஆண்டு எம்.டி. வாண்டர்மாண்டே (M.T. Vondermonde) என்பவராலும், 1772ஆம் ஆண்டு இலாப்லாஸ் (Laplace) என்பவராலும், 1773ஆம் ஆண்டு இலாகிரேஞ்சு (Lagrange) என்பவராலும், 1801ஆம் ஆண்டு கே. எப். காஸ் என்பவராலும் மேலும் விரிவுபடுத்தப்பட்டது.

1815ஆம் ஆண்டு பிரெஞ்சு நாட்டைச் சார்ந்த ஏ. எல். காசி (A.L. Cauchy) என்பவரும், 1841ஆம் ஆண்டு ஜெர்மன் நாட்டுக் கணித அறிஞர் யோகோபி (Jacobi) என்பவரும் தற்கால அணிக்கோவைக்குத் தேவையான அளவு உறுதியான அடிப்படையை உருவாக் கினார். ஜே. ஜே. சில்வஸ்டர் (J.J.Silvester), ஆர்தர், கெய்லி (Arthur, Cayley), கார்ல் வெய்ஸ்டிராஸ் (Karl Weierstrass) லியோ போல்டு, கர்னெக்கர் போன்றவர் களும் மேலும் பல அறிஞர்களும் அணிக்கோவை பற்றித் தொடர்ச்சியாக எழுதியுள்ளார்.

$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$ என்ற அணிக்கோவையில் இரண்டு நிரை களும் (rows), இரண்டு நிரல்களும் (Columns) உள்ள தால் இது வரிசை-2 அணிக்கோவை எனப்படும். இதன் மதிப்பு ad-bc ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக,

$$\begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 5 \end{vmatrix}$$ என்ற அணிக்கோவையின் மதிப்பு $3 \times 5 - 2(-1) = 17$ ஆகும்.

இதேபோல் வரிசை (order) மூன்று உள்ள அணிக் கோவை

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}$$ என்ற வடிவத்தில் இருக்கும்.........(2)

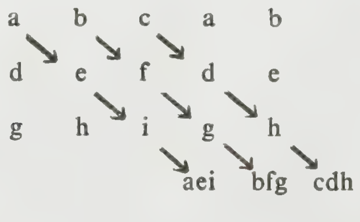
இந்த மூன்று வரிசை அணிக்கோவையின் மதிப்பு

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = (aei + bfg + cdh) - (gec + hfa + iab)$$ ஆகும்.

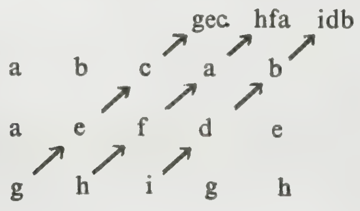
இதன் மதிப்பைக் கீழ்க்கண்ட முறையிலும் கண்டறியலாம். அணிக்கோவையின் மூன்று நிரல்களையும் எழுதிக் கொண்டு, அவற்றின் வலப்பக்கத்தில் கீழே உள்ளது போல் முதல் இரண்டு நிரல்களையும் எழுதவேண்டும்.

a	b	c	a	b
d	e	f	d	e
g	h	i	g	h

முதன்மை மூலைவிட்டத்திலுள்ள (Principal diagonal) உறுப்புகளையும் இம்மூலைவிட்டத்திற்கு இணையாக அமைந்துள்ள உறுப்புகளையும் பின்வருமாறு பெருக்கலாம்.



மேலும், கீழே காட்டியுள்ளது போல மீண்டும் மூலை விட்டத்திலுள்ள உறுப்புகளைப் பெருக்கலாம் .



முதலில் பெருக்கிய மூன்று பெருக்குத் தொகைகளின் கூடுதலிலிருந்து மற்ற மூன்று பெருக்குத் தொகைகளின் கூடுதலைக் கழித்தால் கொடுத்துள்ள அணிக்கோவையின் மதிப்பு கிடைக்கும். எடுத்துக்காட்டாகக் கீழே உள்ள அணிக்கோவையின் மதிப்பை இம்முறையில் கணக்கிடலாம்.

$$\begin{vmatrix} 2 & -1 & 4 \\ 3 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \end{vmatrix} = \Big((2\times 0\times 1)+((-1)\times 1\times 2) + (4\times 3\times 2)\Big) - \Big((2\times 0\times 4)+(2\times 1\times 2) +(1\times 3\times(-1))\Big)$$

$$= 22-1$$

$$= 21$$

n நிரல்களாகவும், n நிரைகளாகவும் n^2 உறுப்புகள் வரிசைப்படுத்தப்பட்ட சதுர அமைப்பு n வரிசை அணிக் கோவை எனப்படும்.

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots\cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots\cdots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots\cdots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots\cdots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

இங்கு ஒவ்வோர் உறுப்பிலும் உள்ள பின்னடைவு (Subscript) அந்த உறுப்பு இருக்கும் இடத்தை அறிய உதவுகின்றது. அதாவது a_{ij} என்ற உறுப்பு i-வது நிரையும், j-வது நிரலும் சந்திக்கும் இடத்தில் உள்ள உறுப்பாகும். எடுத்துக்காட்டாக a_{23} என்பது, இரண்டாவது நிரையும் மூன்றாவது நிரலும் சந்திக்கும் இடத்தில் உள்ள உறுப்பாகும்.

பண்புகள்: 1) ஓர் அணிக்கோவையில் நிரைகளை நிரல்களாகவும், நிரல்களை நிரைகளாகவும் மாற்றி யமைப்பதால் அதன் மதிப்பு மாறாது.

அதாவது $$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{vmatrix}$$

2) ஓர் அணிக்கோவையில் இரு நிரைகளை (அல்லது இரு நிரல்களை) ஒன்றுக்கொன்று இடமாற்றம் செய்

வதால் அந்த் அணிக்கோவையின் மதிப்பெண் குறி (Sign) மாறும்.

3) ஓர் அணிக்கோவையில் இரு நிரைகள் (அல்லது நிரல்கள்) முழுவதும் ஒத்திருந்தாலோ அல்லது ஒரு நிரையில் உள்ள உறுப்புகளின் மடங்குகளாக மற்ற நிரை அமைந்திருந்தாலோ அதன் மதிப்பு பூச்சிய மாகும்.

4) ஒரு நிரையில் (அல்லது நிரலில்) உள்ள ஒவ்வோர் உறுப்பும் k-ஆல் பெருக்கினால் $\triangle$ மதிப்புள்ள அணிக் கோவையின் மதிப்பு $k\triangle$ ஆகும். அதாவது

$$\begin{vmatrix} ka & b & c \\ kd & e & f \\ kg & h & i \end{vmatrix} = k \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}$$

5) ஒரு நிரையில் (அல்லது நிரலில்) உள்ள ஒவ்வோர் உறுப்பும் இரு உறுப்புகளின் கூடுதலாக இருப்பின், அந்த அணிக்கோவையை இரு அணிக்கோவையின் கூடு தலாக எழுதலாம்.

அதாவது

$$\begin{vmatrix} a+p & b & c \\ d+q & e & f \\ g+r & h & i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} p & b & c \\ q & e & f \\ r & h & i \end{vmatrix}$$

குறிப்பு: r-வது நிரலில் உள்ள உறுப்புகளை k ஆல் பெருக்கிப் பின் s வது நிரலில் உள்ள ஒத்த உறுப்பு களுடன் கூட்டுதலை $C_s \longrightarrow C_s + kC_r$ என்று குறிப் போம். இதே போல் நிரைகளுக்கு $R_s \longrightarrow R_s + kR_r$ என்று எழுதலாம்.

6) $\triangle$ என்ற அணிக்கோவையின் உறுப்புகள் x-இன் பல்லுறுப்புக் கோவைகளாக இருந்து $x=a$ எனப் பதிலிடும்போது $\triangle=o$ ஆனால் $x-a$ ஆனது $\triangle$-இன் ஒரு காரணி (factor) ஆகும்.

A, B என்பவை n வரிசை சதுர அணிகளானால் இரண்டு அணிகளின் பெருக்கல் அணி n வரிசை சதுர அணியாகும். அணிகள் A, B-ஐப் பெருக்கிய பின் அணிக் கோவை காண்பதும், A, B-க்குத் தனித்தனியே அணிக் கோவையிட்டுப் பெருக்குவதும் சமமாகும். அதாவது, $|AB| = |A|\ |B|$

சிற்றணிக்கோவை (Minor)

$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}$ என்ற அணிக்கோவையில், உறுப்பு a உள்ள நிரையையும் நிரலையும் நீக்கியபின் கிடைக்கும் $\begin{vmatrix} e & f \\ h & i \end{vmatrix}$ என்ற அணிக்கோவை a-இன் சிற்றணிக்கோவை எனப் படும். இது A என்று குறிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு மற்ற உறுப்புகளையும் குறிக்கலாம். ஓர் இரண்டு வரிசை அணிக்கோவை

$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$ -இன் a, b, c, d என்ற உறுப்புகளின் சிற்றணிக்கோவை d, c, b, a ஆகும்.

அணிக்கோவையின் மதிப்பைச் சிற்றணிக்கோவையின் வழியாகக் காணுதல்

$$\triangle = \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = (aei + bfg + cdh) - (gec + hfa + idb)$$

என்று பார்த்தோம். இது

$$= a(ei - hf) - b(di - gf) + c(dh - ge)$$

$$= a\begin{vmatrix} e & f \\ h & i \end{vmatrix} - b\begin{vmatrix} d & f \\ g & i \end{vmatrix} + c\begin{vmatrix} d & e \\ g & h \end{vmatrix}$$

$= aA - bB + cC$ ஆகும்.

இதே போல் $= aA - dD + gG$ என்றும்

$= -bB + eE - hH$ என்றும், மேலும் பல முறைகளில் எழுதலாம்.

ஓர் n வரிசைகளுள்ள அணி A இலிருந்து r நிரல்களை யும் r நிரைகளையும் $(r \leq n)$ தேர்ந்தெடுத்து அவற்றின் பொதுவான உறுப்புகளைக் கொண்ட r வரிசை உள்ள அணியின் அணிக்கோவை, A இன் ஒரு சிற்றணிக் கோ வையாகும். இதனை M என்று குறிப்பிடுவோம். இதில் வராத மற்ற நிரை, நிரல்களைக் கொண்ட, அதாவது n-r நிரை, n-r நிரல்களில் உள்ள பொதுவான உறுப்பு களை உடைய அணியின் அணிக்கோவை M-இன் நிரப்பிச் சிற்றணிக்கோவை(Complement minor) ஆகும்.

அணிக்கோவை $|A|$ - இன் மதிப்பானது r நிரைகளை நிலையாகக் கொண்டு காணக் கூடிய அனைத்துச் சிற்றணிக்கோவைகளை அவற்றின் நிரப்பிச் சிற்றணிக் கோவைகளுடன் பெருக்கியபின் சில குறியீடுகளிட்டுக் கூட்டும் போது கிடைக்கின்றது. இது இலெப்லாஸ் விரிவு (Laplace Expansion) எனப்படும். இந்த அணி யின் மதிப்பைக் காணும் போது வரும் கூடுதலில் உள்ள உறுப்பின் குறியீடு $(-1)^{I+J}$ எனவரும்.

இங்கே $I = i_1 + i_2 \ldots\ldots + i_r$; $J = j_1 + j_2 + \ldots\ldots j_r$; $i_1, i_2, \ldots\ldots i_r$ சிற்றணிக்கோவையின் நிரைகளையும் $j_1, j_2, \ldots\ldots j_r$ அதனுடைய நிரப்பிச் சிற்றணிக்கோவையின் நிரல்களையும் குறிக்கும்.

$$\triangle = \begin{vmatrix} -2 & 0 & 1 & 3 \\ 5 & 2 & -6 & 1 \\ 0 & 4 & -1 & 7 \\ 10 & 2 & 3 & 1 \end{vmatrix}$$ என்ற அணிக்கோவை

இரண்டாவது, மூன்றாவது நிரைகளை நிலையாக எடுத்துக்கொண்டால், இதன் மதிப்பு

$$\triangle = (-1)^{2+3+1+2} \begin{vmatrix} 5 & 2 \\ 0 & 4 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 1 \end{vmatrix}$$

$$+ (-1)^{2+3+1+3} \begin{vmatrix} 5 & -6 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & 3 \\ 2 & 1 \end{vmatrix}$$

$$+ (-1)^{2+3+1+4} \begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 0 & 7 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$$

$$+ (-1)^{2+3+2+3} \begin{vmatrix} 2 & -6 \\ 4 & -1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -2 & 3 \\ 10 & 1 \end{vmatrix}$$

$$+ (-1)^{2+3+2+4} \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 4 & 7 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -2 & 1 \\ 10 & 3 \end{vmatrix}$$

$$+ (-1)^{2+3+3+4} \begin{vmatrix} -6 & 1 \\ -1 & 7 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -2 & 0 \\ 10 & 2 \end{vmatrix}$$

$$\triangle = 20(-8) - (-5)(-6) + (35)(-2) + (22)(-32) - (10)(-16) + (-41)(-4)$$

$$\triangle = -640$$

இந்த இலெப்லாஸ் விரிவு கீழே உள்ள அணிக்கோவை போன்ற அமைப்புகளில் உள்ள அணிக்கோவையின் மதிப்பு காண்பதற்கு மிகவும் பயனுள்ளதாகும்.

$$\begin{vmatrix} -5 & 4 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 6 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 7 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 3 \end{vmatrix}$$ என்ற

அணிக்கோவையில் முதல் மூன்று நிரைகளை நிலையாக எடுத்துக் கொண்டால் அதன் மதிப்பு

$$\begin{vmatrix} -5 & 4 & -1 \\ 2 & 6 & 3 \\ 0 & 1 & -1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 4 & -1 & 0 \\ 2 & 7 & 1 \\ 0 & 5 & 3 \end{vmatrix} = (51) \times (70) = 3570$$

எனக் கிடைக்கும். இதில் முதல் மூன்று நிரல்களைக் கொண்ட சிற்றணிக்கோவைகளைத் தவிர மற்ற சிற்றணிக்கோவைகளின் மதிப்பு பூச்சியமாகும்.

இணைக்காரணி (Co-factor) '+' அல்லது '—' குறியிட்ட சிற்றணிக்கோவை இணைக்காரணி எனப்படும். அவ்வுறுப்பு பெற்றுள்ள இடநிலையைப் பொறுத்து '+' அல்லது '—' குறியிடப்படும். r வது நிரை s வது நிரலில் இடம் பெறும் உறுப்பின் இணைக்காரணி $= (-1)^{s+r} \times$ (அதன் சிற்றணிக்கோவை) ஆகும். எடுத்துக் காட்டாக அணிக்கோவை (2) இல் உள்ள 'a' இன் இணைக்காரணி

$$(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} e & f \\ h & i \end{vmatrix}$$ ஆகும்

சமன்பாடுகளின் தீர்வுகள்

$$ax + by = m$$
$$cx + dy = n$$

என்ற சமன்பாடுகளை இயற்கணிதம் வழியாக விடுப்பின்

$$x = \frac{md - nb}{ad - bc} \; ; \; y = \frac{na - mc}{ad - bc}$$

எனக் கிடைக்கும். அணிக்கோவையைப் பயன்படுத்தி இத் தீர்வுகளை

$$x = \frac{\begin{vmatrix} m & b \\ n & d \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}} \quad ; \quad y = \frac{\begin{vmatrix} a & m \\ c & n \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}}$$

என எழுதலாம். இரண்டு மாறிகளில் உள்ள எந்த இரண்டு ஒரு படிச் சமன்பாடுகளைத் தீர்வு காணவும் மேற் கண்ட முறையைப் பயன்படுத்தலாம். இம்முறை கிராமர் விதி (Grammer's rule) எனப்படும்.

இதே போல்

$$a_1 x + b_1 y + c_1 z = d_1$$
$$a_2 x + b_2 y + c_2 z = d_2$$
$$a_3 x + b_3 y + c_3 z = d_3$$

என்னும் சமன்பாடுகளுக்கு இம்முறையில் தீர்வு காணலாம். அதாவது

$$\triangle = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & e_3 \end{vmatrix}$$ என எடுத்துக் கொண்டால்

$$x\,\triangle = \begin{vmatrix} a_1x & b_1 & c_1 \\ a_2x & b_2 & c_2 \\ a_3x & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$ எனவாகும்

எனவே

$$x\ \triangle = \begin{vmatrix} a_1x + b_1y + c_1z & b_1 & c_1 \\ a_2x + b_2y + c_2z & b_2 & c_2 \\ a_3x + b_3y + c_3z & b_3 & c_3 \end{vmatrix} C_1 \longrightarrow c_1 + yc_2 + zc_3$$

$$= \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

இதிலிருந்து $x = \frac{\triangle_x}{\triangle}$ எனப்பெறலாம். $\triangle_x$ என்பது $\triangle$ அணியின் x நிரை உறுப்புகளை d_1, d_2, d_3. ஆல் பதிலிடுவதால் கிடைப்பதாகும். இதுபோலவே

$$y = \frac{\triangle_y}{\triangle}\ ;\ z = \frac{\triangle_z}{\triangle}$$ எனக் கணக்கிடலாம்.

இது போலவே நமக்குத் தெரியாத n மாறிகள் (variables) $x_1, x_2, \ldots\ldots\ x_n$ ஆகியவற்றைக் கொண்ட n நேரியல் சமன்பாடுகளின் தீர்வு காணலாம்.

$$a_1x_1 + a_1x_2 + \ldots\ldots\ldots + a_1x_n = c_1$$
$$a_2x_1 + a_2x_2 + \ldots\ldots\ldots + a_2x_n = c_2$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$a_nx_1 + a_nx_2 + \ldots\ldots\ldots + a_nx_n = c_n$$

$\triangle \neq 0$ எனும் போது மேலே உள்ள சமன்பாடுகளின் தீர்வு மாறிகளுக்கு ஒரே மதிப்பைக் கொடுக்கும்.

$$x_1 = \frac{\triangle x_1}{\triangle}\ ;\ x_2 = \frac{\triangle x_2}{\triangle}\ ;\ \ldots\ldots\ldots;\ x_n = \frac{\triangle x_n}{\triangle}$$

இங்கு $\triangle$ என்பது $x_1, x_2, \ldots\ldots x_n$ இன் கெழு அணிக்கோவையாகும். $\triangle x_k$, $k = 1,2,3 \ldots\ldots n$ என்பது அணிக்கோவை $\triangle$ வில் k வது நிரலுக்குப் பதில் மாறிகள் $c_1, c_2 \ldots\ldots c_n$ ஐ நிரலாக எழுதப்பட்ட அணிக்கோவையே. $\triangle = 0$ எனும்போது இச்சமன்பாடுகள் பல தீர்வுகளைக் கொண்டவையாக அல்லது தீர்வு காண முடியாதவையாக இருக்கும்.

பயன்பாடுகள்: பகுமுறை வடிவ கணிதத்தில் பல சமன்பாடுகளில் அணிக்கோவையைப் பயன்படுத்துகின்றனர். எடுத்துக்காட்டாக (2,3), (4,-7), (1,-3) என்ற மூன்று

புள்ளிகளின் வழியாகச் செல்லும் வட்டத்தின் சமன்பாடு

$$\begin{vmatrix} (x^2 + y^2) & x & y & 1 \\ (2^2 + 3^2) & 2 & 3 & 1 \\ (4^2 + (-7)^2) & 4 & 7 & 1 \\ (1^2 + (-3)^2) & 1 & 3 & 1 \end{vmatrix} = 0$$ ஆகும்

யோகேபியன் அணிக்கோவை நுண்கணிதத்திலும் வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளிலும் உள்ள மாறிகளைக் கொண்ட சார்புகளின் தொடர்புகளைக் காணப் பயன்படுகிறது.

பா.பா.

நூலோதி

1. **Mc Graw-Hill** *Encyclopaedia of Science and Technology* Vol.4, 1987
2. *Encyclopaedia Americana*-Vol. 9, 1980.

அணி நுண்கணிதம்

கணிதத்துறையில், ஒன்று அல்லது பல்வேறு மாறிகளை (Variables) உடைய சார்புகளைத் தன் உறுப்புகளாகக் கொண்ட அணிகளைப் பற்றிய பகுதி அணி நுண்கணிதம் (Matrix calculus) ஆகும்.

$$A = A(t) = \begin{bmatrix} f_1(t) & f_2(t) \\ & \\ g_1(t) & g_2(t) \end{bmatrix}$$ என்ற அணியை வகைப்படுத்தினால்

$$\frac{dA}{dt} = t \xrightarrow{\text{எல்லை}} 0\ \frac{A(t + \triangle t) - A(t)}{\triangle t} = \left(\frac{da_{ij}}{dt}\right)$$

எனக் கிடைக்கும். அதாவது அணி $\frac{dA}{dt}$ இன் உறுப்புகள் அணி A இன் உறுப்புகளின் வகைக்கெழுவாகும்.

$$\frac{dA}{dt} = \begin{bmatrix} \frac{df_1(t)}{dt} & \frac{df_2(t)}{dt} \\ & \\ \frac{dg_1(t)}{dt} & \frac{dg_2(t)}{dt} \end{bmatrix}$$

மேலும்

$$\int A(t)\,dt = \begin{bmatrix} \int f_1(t)dt & \int f_2(t)dt \\ \int g_1(t)dt & \int g_2(t)dt \end{bmatrix}$$

என்றும் வரையறை செய்யலாம். அணிகள், A, B t இன் சார்புகளானால்

$$\frac{d(A+B)}{dt} = \frac{dA}{dt} + \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{d(AB)}{dt} = \frac{dA}{dt}B + A\frac{dB}{dt}$$

$$\frac{dA^2}{dt} = \frac{dA}{dt}A + A\frac{dA}{dt}$$

$A^{-1}A = I$ ஆனால்

$$\frac{dA^{-1}}{dt}A + A^{-1}\frac{dA}{dt} = 0$$

$$\frac{dA^{-1}}{dt}A = -A^{-1}\frac{dA}{dt}$$

$$\frac{dA^{-1}}{dt} = -A^{-1}\frac{dA}{dt}A^{-1}$$ ஆகும்

A என்பது ஒரு n சதுர அணி எனில் கேலி ஹாமில்டன் தேற்றப்படி

$a_0I + a_1A + a_2A^2 + \dots\dots + a_{n-1}A^{n-1} + a_nA^n$ என்ற பல்லுறுப்புக்கோவை (Polynomial) இந்த அணியின் சிறுமச் சமன்பாடு (Minimum equation) ஆகும். இதனைக் கொண்டு $F(A) = b_0I + b_1A + b_2A^2 + \dots\dots$ என்ற வரம்பிலிச் சார்பை (Infinity function)

$F(A) = C_0I + C_1A + \dots\dots + C_{n-1}A^{n-1}$ என்ற பல்லுறுப்புக் கோவையாக மாற்றலாம்.

Aஐ 2-சதுர அணியாக எடுத்துக் கொண்டால் இதனுடைய ஐகன் மதிப்புகளைத் தரும் சமன்பாடு $F(\mu) = a_1 + a_2\mu$ ஆகும்.

எனவே $F(\mu_1) = a_1 + a_2\mu_1$; $F(\mu_2) = a_1 + a_1\mu_2$

அதாவது $$\begin{pmatrix} F(\mu_1) \\ F(\mu_2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \mu_1 \\ 1 & \mu_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}$$

இதில் உள்ள $\begin{pmatrix} 1 & \mu_1 \\ 1 & \mu_2 \end{pmatrix}$ என்ற அணி வாண்டர் மாண்டே அணி (Vandermonde Matrix) எனப்படும். இதனை V என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடலாம்.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$$ எனில்

$$e^A = a_0I + a_1A \dots\dots\dots\dots (1)$$

Aயின் ஐகன் மதிப்புகள் 1, 3 என்பதால்

$$e^1 = a_0 + a_1$$

$$e^3 = a_0 + 3a_1$$ ஆகும்

எனவே $$\begin{pmatrix} e^1 \\ e^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \end{pmatrix}$$

அதாவது $$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} e^1 \\ e^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \end{pmatrix}$$

$$\therefore \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^1 \\ e^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \end{pmatrix}$$

$$\therefore a_0 = 3e^1 - e^3;\quad a_1 = -e^1 + e^3$$

(1) இலிருந்து

$$e^A = (3e^1 - e^3)\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + (-e^1 + e^3)\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2e^1 & 0 \\ 0 & 2e^3 \end{pmatrix}.$$

வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் (differential equations)

வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளைத் தீர்வு காண்பதை ஒரு எடுத்துக்காட்டு மூலம் விளக்கலாம்.

$\frac{d^2x}{dt^2} + x = 0$ எனக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

$x = x_1$

$\frac{dx_1}{dt} = x_2$ என வரையறை செய்வோம்

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d^2x_1}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx_1}{dt}\right) = \frac{dx_2}{dt}$$

எனவே, $$\frac{dx_1}{dt} = 0.x_1 + 1.x_2$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -1.x_1 + 0.x_2$$

அதாவது $$\frac{d}{dt}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$$

அல்லது $$\frac{dx}{dt} = AX \dots\dots\dots\dots I$$

தொடக்க நிலையில் $x = x_o$ என்றால்

$$x_1(0) = 1,\ x_2(0) = \frac{dx_1}{dt}(0) = 0 \text{ எனில்}$$

$$X_o = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ ஆகும்.}$$

∴ 1 ஆம் சமன்பாட்டின் தீர்வு

$X = e^{At} X_o$ என்பதாகும்

இறுதியாக

$$\frac{d^n x}{dt^n} + a_{n-1}\frac{d^{n-1}x}{dt^{n-1}} + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_1\frac{dx}{dt} + a_o x = 0$$

என்ற சமன்பாட்டினை $x^n + a_{n-1}X^{n-1} + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_1x^1 + a_o x = 0$ எழுதலாம். $x^r = \dfrac{d^r x}{dt^r}$.

தொடக்க நிலையில்

$x(0) = X_o\ ;\ x^1(0) = X_o^1\ ;\ \ldots\ldots\ ;\ x^{n-1}(0) = X_o^{n-1}$ எனக் கொள்ளலாம்.

$$\frac{dX}{dt} = AX \text{ இங்கு}$$

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} \text{ ஆகும். இதில்}$$

$$x_1 = x\ ;\ x_2 = \frac{dx_1}{dt} = \frac{dx}{dt}\ ;\ x_3 = \frac{d^2x}{dt^2}\ ;\ldots\ldots\ldots x_n = \frac{d^{n-1}x}{dt^{n-1}}$$

தொடக்க நிலையினை $X_{t=o} = X_o$ எனலாம். மேலும்

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \ldots\ldots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \ldots\ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & 0 & \ldots\ldots & 1 \\ -a_o & -a_1 & -a_2 & \ldots\ldots & -a_{n-1} \end{bmatrix}$$

∴ இதன் தீர்வு $X = e^{At} x_o$ ஆகும்.

ஜே. டி. சா.

நூலோதி

Mc Graw-Hill *Encylopaedia of Science and Technology*, Vol-8, 1977.

அணியின் ஐகென் மதிப்புகளும் ஐகென் திசையன்களும்

உயர் கணிதத்தின் எண்கணிதமென அணி இயலைக் கூறலாம். கணம் (set) ஒன்றிலிருந்து மற்றோர் கணத்திற்கு, அல்லது அதே கணத்திற்கு உருமாற்றங்கள் (Transformations) ஏற்படுத்தலாமல்லவா? அத்தகைய மாற்றங்களிலே நேரியல் உருமாற்றங்கள் (Linear Transformations) என்பவை மிக முக்கியமானவை. இத்தகைய மாற்றங்களை அணிகளால் சீரிய முறையில் எளிதாக விளக்கலாம். அணியின் ஐகென் மதிப்புகள் இயற்பியல் (Physics), பொறியியல் (Engineering), வணிகவியல் (Commerce), கணிதப் பொருளியியல் (Mathematical Economics) ஆகியவைகளில் பெருமளவு பயன்படுகின்றன.

A என்ற அணிக்கு n நிரைகளும் (Rows), n நிரல்களும் (Columns) இருந்தால் அந்த அணிக்கு n பருமானமுள்ள சதுர அணி (Square matrix) என்று பெயர். ஓர் நிரலும், n நிரைகளும் கொண்ட அணி நிரல் திசையன் (vector) எனப்படும். குறைந்தது ஏதாவதொரு உறுப்பு பூச்சியமில்லை என்றால் அத்தகைய அணி பூச்சியமற்ற திசையன் எனப்படும். மெய்யெண்கள் (Real numbers), கலப்பெண்கள் (Complex numbers) ஆகியவற்றை அளவன் (scalar) என்போம்.

A : பரிமாணமுள்ள சதுர அணி

X : பூச்சியமற்ற திசையன்

λ : அளவன்

என்றால் $AX—\lambda X$ என்ற அணிச் சமன்பாட்டை (Matrix equation) உறுதிப்படுத்தும் λ இன் மதிப்புகளைக் காணும் கணக்குக்கு 'ஐகென் மதிப்புக் கணக்கு' (Eigen value problem) என்று பெயர்.

$$AX+(-\lambda X) = X + (-\lambda X)$$

$$\Rightarrow (A-\lambda I)\,X = O$$

இந்தச் சமன்பாட்டுத் தொகுதிக்கு $\det(A-\lambda I) = O$ என்றால்தான் அற்பமற்ற தீர்வு உண்டு என்பது உண்மை. $\det(A-\lambda I)$ என்பது $A-\lambda I$ என்ற அணிக்கேற்ற அணிக்கோவையைக் (Determinant) குறிக்கும். $\det(A-\lambda I)$ ஐ $|A-\lambda I|$ என்றும் குறிப்பது வழக்கம்.

A என்பது $\{a_{ij}\}$ என்ற அணியையும்

X என்பது $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$ என்றஅணியையும் குறிக்கிறது.

A ஒரு n × n அணி ஆனால் A-λI-ம் ஒரு n × n அணி (A-λI)X = 0-க்கு அற்பமற்ற தீர்வு உண்டு.

$$\Longleftrightarrow A - \lambda I \text{ — இன் தரம் } < n$$

$$\Longleftrightarrow |A - \lambda I| = 0$$

$$|A - \lambda I| = 0 \text{ என்பது}$$

$$\begin{vmatrix} a_{11}-\lambda & a_{12} & \cdots\cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}-\lambda & \cdots\cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots\cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots\cdots & a_{nn}-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

என்ற அணிக்கோவைச் சமன்பாட்டைக் குறிக்கும். |A-λI| இன் விரித்தலானது n அடுக்குள்ள λவைப் பொறுத்த பல்லுறுப்புக் கோவையாகும். இதற்கு Aயின் ''சிறப்பியல்பு பல்லுறுப்புக் கோவை'' (Characteristic Polynomial) என்று பெயர். |A-λI| = 0க்கு Aஇன் சிறப்பியல்புச் சமன்பாடு (Characteristic equation) என்று பெயர்.

சிறப்பியல்புச் சமன்பாடு |A-λI| = 0இன் மூலங்களுக்குச் ''சிறப்பியல்பு மூலங்கள்'' (Characteristic roots) அல்லது ''உட்செறி மூலங்கள்'' (Latent roots) அல்லது ''ஐகென் மதிப்புகள்'' (Eigen Values) அல்லது ''சிறப்பியல்பு மதிப்புகள்'' (Characteristic Values) என்று பெயர். A இன் ஐகென் மதிப்புகள் கணத்திற்கு ''உருவெளிப்பட்டை'' (Spectrum) என்று பெயர்.

ஐகென் (Eigen) என்பது ஜெர்மன் மொழிச் சொல். ஜெர்மானிய மொழியின் ஐகென் வெர்டே (Eigen werte) என்பதற்கும், ஆங்கிலத்தின் ''சிறப்பியல்பு மதிப்பு'' (Characteristic Value) என்பதற்கும் பொதுவான இனக் கலப்பு வழித்தோன்றலே ஐகன் மதிப்பு (Eigen value) என்பதாகும். ஜெர்மானிய மொழியில் ஐகென் (Eigen) என்பதற்கு ''தனித்தன்மை உடைய'' அல்லது ''சொந்தமான'' அல்லது ''சிறப்பியல்பு உடைய'' என்று பொருள்.

ஒவ்வொரு ''சிறப்பு மூலம்'' அதாவது ''ஐகென் மதிப்பு'' λ-க்கு ஏற்ற (A-λI)X = 0-இன் அற்பமற்ற தீர்வுகள் X-க்குச் ''சிறப்பு திசையன்'' அல்லது ''ஐகென் திசையன்'' அல்லது 'துருவம்' (Pole) என்பது பெயர்.

கணிதப் பொருளியியலில் 'லியோன்தீஃப்' (Leontieff) பின் ஆக்கும்—ஆக்கப் பொருள் பகுப்பாய்வியலிலும் (Input-output analysis), உயிர் நூலில் சில குறிப்பிட்ட நுண்மங்களின் 'பெருக்க (Growth of certain biological objects) ஆராய்ச்சியிலும், பரு அணுப்பிளப்பியலிலும் (Nuclear fission), நேரியல் திட்டமிடலிலும் (Linear programming), பொரெல், வான் நாய்மன் (Borel, Von Neumann) ஆகியோரது ஆட்டக் கோட்பாட்டிலும் (Theory of games) இன்னும் பிற இயல்களிலும் ஐகென் மதிப்புகள் பயன்படுகின்றன

ஏ.எஸ்.கு

நூலோதி

Van-Nostrands Scientific Encyclopaedia, 1976.

அணில்

உலகம் முழுவதும் சுமார் இருநூறு அணில் வகைகள் உள்ளன. மயிரால் மூடப்பட்ட உடல், பின்னங்கால்களை விட அதிகமான வளையுந்தன்மையுடைய முன்னங்கால்கள், உணவுப்பாதையில் நீண்ட குடற்பக்க நீட்சி (Caecum), சில பள்ளங்களே உள்ள சிறுமூளைவரை நீளாத பெருமூளை, கோரைப் பற்களில்லாததால் தாடைகளில் ஏற்பட்டு உள்ள பல்லிடைவெளி (Diastema) உள்ளன. இரண்டாவது வெட்டுப் பல்லும் (Incisor) கோரைப் பற்களும் (Canine teeth), முன்கடைவாய்ப் பற்களும் (Premolar teeth), இல்லாததனால் வாய்க்குழியில் ஏற்பட்டுள்ள கொறித்த பொருள்களைத் திரட்டி வைக்க உதவும் அறை உள்ளது. இவை அணில்களின் (Squirrels) குறிப்பிடத்தக்க பண்புகளாகும். அணில்கள் பொதுவாக மனிதனின் இருப்பிடங்களுக் கருகில் மனிதனைச் சார்ந்து வாழ்கின்றன.

வரி அணில்கள் (Striped squirrels): இவை நிலத்தின் மேல் துள்ளிக் குதித்து ஓடித்திரிந்து இரைச்சலிடும் விலங்கினமாகும். தலையும் உடலும் சேர்ந்து 12.5 செ.மீ. முதல் 15 செ.மீ. நீளமுடையதாகவும், வால் அதைவிடச்சற்று அதிக நீளமுடையதாகவும் காணப்படுகின்றது. அடர்ந்த மயிருடன் கூடிய நீண்ட வால் வரி அணில்களின் தனிப்பண்பாகும். மிகச்சிறிய பெருவிரலையுடைய முன்னங்காலின் பாதம் மயிர்களுடனோ மயிர்களற்றோ அமைந்துள்ளது. ஆனால் நான்கு விரல்களையுடைய பின்னங்கால்களின் உள்ளங்கால்கள் மயிர்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். வரி அணில்கள் 13 அல்லது 12 முதுகு முள்ளெலும்புகளையும், 6 அல்லது 7 பின்முதுகு முள்ளெலும்புகளையும், சுமார் 25 வால் முள்ளெலும்புகளையும் உடையன. இவை அகன்ற நெற்றி எலும்பையும் நீண்ட பின் கண் குழியையும் கொண்டுள்ளன. மேல்தாடையில் 5 கடைவாய்ப்பற்கள் முளைத்த போதிலும் முதற்பல் விரைவில் விழுந்து விடுகிறது. வரி அணில்கள் பழுப்புநிற உடலையும் வெளுத்த அடிப்பாகத்தையும் உடையன.

ஆண் பெண் வரி அணில்கள் ஒன்று அல்லது இரண்டு நாட்கள் ஒன்றோடொன்று கூடி வாழ்ந்து இனச் சேர்க்கை செய்கின்றன. வரி அணில்களின் கரு வளர்ச்சிக் காலம் (Gestation period) ஆறு வாரங்களாகும். குட்டிகளை ஈனுவதற்குமுன் பெண் அணில் இலைகளாலும், முட்களாலும், நார்களாலுமான

கூட்டை, மரம் அல்லது சுவரிலுள்ள பொந்துகளில் அமைக்கிறது. ஒரே முறையில் இரண்டு அல்லது மூன்று குட்டிகள் பிறக்கின்றன. பிறக்கும்போது குட்டிகளின் கண்கள் மூடியிருக்கும். குட்டிகள், உணவைத் தேடிக் கொள்ளும் நிலையை அடையும் வரை கூட்டிலேயே தங்கியிருக்கின்றன.

இந்தியாவில் மூன்று வரி அணில் (Funambulus Palmarum), ஐந்து வரி அணில் (Funambulus Pennanti) என இரு வகை வரி அணில்கள் காணப்படுகின்றன. மூன்று வரி அணில்கள் உடலின் முதுகுப்பாகத்தில் மூன்று நீளப்பாங்கான வரிக்கோடுகளைக் கொண்டுள்ளன. இவை பறவைகளைப் போலத்தொடர்ந்து கீச் சொலி எழுப்பும். இவ்வொலியோடு வாலையும் விரைவாக அசைத்தபடி இருக்கும். இவ்வகை அணில்கள் பழங்களையும், கொட்டைகளையும், தாவரங்களின்

ஐந்து வரி அணில்கள் (Funambulus Pennanti) வட இந்தியாவில் பொதுவாக வறண்ட பகுதிகளில் பெரும் பாலும் காணப்படுகின்றன. உடம்பின் முதுகுப்புறத்தில் மூன்று நீளப்பாங்கான மைய வரிக்கோடுகளும் பக்க வாட்டில் ஒவ்வொரு புறமும் ஒரு நீளப்பாங்கான துணைவரிக்கோடும் உள்ளன. ஐந்து வரி அணில்கள் காடுகளில் காணப்படுவதில்லை. இவை வீடுகள், தோட்டங்கள், சோலைகள், சாலை ஓரங்கள் ஆகிய பகுதிகளில் உள்ள மரங்களில் காணப்படுகின்றன. இவை உணவிற்கும் உறைவிடத்திற்கும் மனிதனைச் சார்ந்து கூட்டு வாழ்வு வாழும் தன்மையுடையவை.

காட்டணில்கள் (Giant squirrels): இந்தியாவிலுள்ள அனைத்துக் காட்டணில்களும் ராட்டுஃபா (Ratufa) என்ற பொதுவினத்தைச் சார்ந்தவை. ராட்டுஃபா இன்டிகா (Rutufa indica) என்னும் சிறப்பினத்தைச் சேர்ந்த காட்டணில்கள் இந்தியாவில் இலையுதிர் காடு

மூன்று வரி அணில்

இளந்தளிர்களையும், மொட்டுகளையும், பட்டைகளையும், முக்கிய உணவாகக் கொள்கின்றன. சில நேரங்களில் பூச்சிகளையும் முட்டைகளையும்கூட இவை உணவாகக் கொள்கின்றன. இவ்வகை அணில்கள் பகல் பொழுதிலேயே இரைதேட வெளிவரும் (Diurnal) பண்புடையவை. பட்டுஅல்லதுபஞ்சு மரங்கள் பூக்குங்காலங்களில் இவ்வகை அணில்கள் பூக்களை நாடிச் சென்று தேனைக் குடிப்பதால், அப்பூக்களில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுதற்கு இவை உதவுகின்றன.

களிலும், ஈரமான இலையுதிர் காடுகளிலும், எப்பொழுதும் பசுமையான காடுகளிலும் காணப்படுகின்றன. 'ராட்டுஃபா மேக்ரூரா' சிறப்பினத்தைச் சேர்ந்தவை(Ratufa macroura) தென்னிந்தியமலைப்பகுதிகளிலும் இலங்கையிலும் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை அணில்களின் மேற்புறம் சாம்பல் நிற அல்லது காவி நிறங் கலந்த சாம்பல் நிறத்தில் வெள்ளை மயிருடன் கூடியது. இதன் தலையும் உடலும் சேர்ந்து 35 செ.மீ. முதல் 40 செ.மீ. நீளம் வரை இருக்கும்.

ஐந்து வரி அணில்

காட்டணில்கள் காடுகளிலுள்ள மரங்களின் உச்சியிலேயே எப்பொழுதும் காணப்படுகின்றன. இவை ஒரு போதும் தரைக்கு வருவதில்லை. இவ்வணில்கள் கால்களை அகலமாக விரித்துவைத்தவாறு மரங்களுக்கு மரம் வியக்கத்தக்க வகையில் தாவிச் செல்கின்றன. இவை ஒரே தாவில் சுமார் 7 மீட்டர் தூரத்தைக் கடக்கவல்லவை. காட்டணில்கள் காலையிலும் மாலையிலும் சுறுசுறுப்பாக இருக்கின்றன. நடுப்பகல் நேரங்களில் வழக்கமாக மரக்கிளைகளில் உடலைப் பரப்பியவாறு பக்கவாட்டில் வாலைத் தொங்க விட்டுக் கொண்டு உறங்குகின்றன. குளிர்ச்சியும் ஈரமுமான வானிலைக் காலங்களில் இவை கூட்டிலேயே தூங்குகின்றன.

காட்டணில்கள் எளிதில் கலவரமடைகின்றன.ஆனால் எப்பொழுதும் முன்னெச்சரிக்கையாக இருக்கும் இயல்புடையவை. இவை கிளர்ச்சியூட்டும் அல்லது ஆர்ப்பாட்டம் செய்யும் வகையில் அடிக்கடி ஒலியெழுப்புகின்றன. இவ்வகையான ஒலியின் மூலம் இவை இருக்குமிடத்தை நாம்அறியலாம். 'ஐயத்திற்கிடமளிக்கும் பொருள்கள் தென்படும் போது காட்டணில்கள் எச்சரிக்கைக் குரலெழுப்பித் தங்கள் வெறுப்பைத் தெரிவிக்கின்றன. பொதுவாகக் காட்டணில்கள் அச்சுறுத்தப்படும்போது மரத்திலிருந்து கீழே குதித்து விடாமல் கிளையிலேயே மட்டமாகப் படுத்துக் கொள்வது போன்ற முறைகளைக் கையாளுகின்றன. நரைத்த காட்டணில்கள் ஆபத்தினின்று தப்புவதற்காக மரத்தினின்று கீழ்நோக்கி வழுக்கிச் சென்று அடர்த்தியான இலைகளின் மறைவில் பதுங்கிக் கொள்கின்றன.

இந்தியக் காட்டணில்கள் தனியாகவும், இணைந்தும் வாழ்கின்றன. இவை பிற சிறு உயிர்களைக் கொன்று தின்னும் இயல்புடையவை. அணுக முடியாத மரங்களின் கிளைகளில், இலைகளையும் சுள்ளிகளையும் கொண்டு பெரிய உருண்டையான கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. காட்டின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் தனிப்பட்ட ஓர் அணிலே பல கூடுகளைக் கட்டி, அவற்றை உறங்கு மிடமாகவும், அவற்றில் ஒன்றைக் குட்டிகளை வளர்க்குமிடமாகவும் பயன்படுத்துகின்றது.

பறக்கும் அணில்கள் (Flying squirrels): பறக்கும் அணில்கள் மெலிந்த உடற்கட்டையும் நீளமான அடர்த்தியான வாலையுமுடையவை. இவை மரமேறி வாழும் பழக்கமுடையவை. பறக்கும் அணில்கள் நான்கு கடைவாய்ப்பற்களையும், சிறிய கட்டைவிரல்களையும், சிறிய தட்டையான நகங்களையும் உடையன. மற்ற நான்கு விரல்களும் நல்ல வளர்ச்சியுடனிருக்கின்றன. கண்களும் காதுகளும் மிகப் பெரியவை. பறக்கும் அணில்கள் முன்னங்கால்களும் பின்னங்கால்

களும் வான்குடை மிதவை (Parachute) போன்ற சவ்வினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் இவ்வணில்கள் விரைவாக இயங்கமுடியாது. ஓய்வான நிலையில் வான் குடைமிதவை சுருங்கி உடலுடன் ஒட்டிய நிலையிலிருப்பதால் அது எளிதில் புலப்படாது. ஆனால் மரங்களிலிருந்து மரங்களுக்குத் தாவும்போது கைகால்கள் விரிவதால் வான்குடை மிதவை முழு அளவிற்கு விரிகிறது. இந்நிலையில் அணில் மேலிருந்து கீழ்நோக்கி வழுக்கியபடி வேகமாக நழுவிச் செல்கின்றது. இந்த முறையில் இவை சுமார் 40 அல்லது 50 மீட்டர் தூரமும் அதற்கு மேலும் தாவும். இப்படிப் பறக்கும் அணில்கள், மற்ற பறக்கும் பறவைகளைப் போலத் தொடர்ந்து பறக்க இயலாது. தாவும்போது திசை மாற்றவும் இயலாது. இறங்கும் இடம் வந்தவுடன் சற்று மேலே உயர்ந்து, மரங்களின் கிளைகளில் மெதுவாக இறங்கும்.

பறக்கும் அணில்கள் காடுகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இவை இரவில் மட்டுமே சுறுசுறுப்பாக இயங்குபவை (Nocturnal). இவை மரத்தின் பொந்துகளில் அல்லது இலைகளில் நிழற்பாங்கான பகுதிகளில் பக்கவாட்டில் அல்லது வயிறு கீழ்நோக்கியவாறு பந்து போன்று சுருண்ட நிலையில் உறங்குகின்றன. தலையை முன்னங் கால்கள் அல்லது பின்னங்கால்களுக்கிடையே நுழைத்துக் கொண்டு வாலினால் உடலைச் சுற்றுகின்றன. வெப்பமான காடுகளில் வாழும் பெரிய காவி நிறப் பறக்கும் அணில்கள் கோடைகாலத்தில் வெப்பத்தைத் தணிப்பதற்காக முதுகின் மேல், படுத்த நிலையில் கால்களையும், வான்குடை மிதவையையும் அகலமாகப் பரப்பியபடி உறங்கும்.

பறக்கும் அணில்கள் வழக்கமாக மரங்களின் உச்சிகளிலும், அவ்வப்போது நிலத்தின் மேலும் உணவைத் தேடுகின்றன. பழங்களும் மரங்களின் கொட்டைகளும் பறக்கும் அணில்களின் முக்கிய உணவாகும். சில நேரங்களில் பிசின், பூச்சிகள் ஆகியவற்றையும் உணவாகக் கொள்கின்றன. மற்ற அணில்களைப் போலவே இவையும் உணவை உட்கொள்ளும்போது உட்கார்ந்த நிலையில் முன் உள்ளங்கையினால் (Fore paw) உணவுப் பொருள்களைப் பிடித்துத் திருப்பி வாயினருகே கொண்டுசெல்கின்றன. உளி போன்ற முன்பற்கள் கொட்டைகளின் கடினமான ஓடுகளை உடைக்கும் போது சிறிய இரம்பத்தால் அறுப்பது போன்ற ஒலி உண்டாகிறது.

பறக்கும் அணில்களின் இனப்பெருக்க முறை ஓரளவே தெரிய வந்துள்ளது. தாய் அணில் முதலில் மரத்தின் பொந்துகளில் இலைகளையும் மென்மையான மயிர்களையும் பாசிகளையும் திரட்டிக் கூடு கட்டுகின்றது. இக்கூட்டில் பறக்கும் அணில்கள் இணையாகக் காணப்படுகின்றன. இத்தொடர்பின் கால அளவு என்ன

பறக்கும் அணில்

வென்று தெரியவில்லை. ஒரு முறையில் ஈனும் குட்டி அணில்களின் எண்ணிக்கையும் சரியாகத் தெரியவில்லை. குட்டிகள் பிறந்தபின்பு தாயும் குட்டிகளுமே கூட்டில் காணப்படுகின்றன. குட்டிகள் ஓரடி நீளத்திற்கு வளரும்வரை கண்கள் மூடிய நிலையிலும், உடலுக்குப் பொருத்தமில்லாத தலையுடனும், தட்டையான கடை வால் பகுதியுடனும் காணப்படுகின்றன.

பறக்கும் அணில்களைப் பெரிய பறக்கும் அணில்கள் (Large flying squirrels), சிறிய பறக்கும் அணில்கள் (Small flying squirrels), என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். காஷ்மீரில் காணப்படும் யூப்பெட்டாரஸ் சினேரியஸ் (Eupetaurus cinereus) எனப்படும், பறக்கும் அணிலைத் தவிர ஏனைய பெரிய பறக்கும் அணில்கள் யாவும் பெடாரிஸ்டா (Petaurista) என்ற ஒரு பொது வினத்தைச் சார்ந்தவை. இவற்றின் தலையும் உடலும் சேர்ந்து ஓர் அடி ஆறு அங்குலம் நீளமும், வால் மட்டும் இரண்டு அடி நீளமும் உள்ளன. பெரிய பழுப்பு நிறப் பறக்கும் அணில்கள் (Petaurista petaurista) திருவிதாங்கூர், நீலகிரி, பழநிமலை ஆகிய பகுதிகளின் அடர்ந்த காடுகளில் காணப்படுகின்றன. சிவப்புப் பறக்கும் அணில்கள் (Petaurista petaurista albiventer) கங்கை நதியின் வடபகுதியில், குறிப்பாக இமாலயக் காடுகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் வெளித்தோல் பகுதி செந்தவிட்டு நிறம் அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறத்திலும் அடிப்பாகம் மங்கலான மஞ்சள் நிறத்திலும் உள்ளன.

சிறிய பறக்கும் அணில்கள் இமாலயக் காடுகளிலும் அஸ்ஸாம், பர்மா காடுகளிலும் காணப்படுகின்றன. சிறிய திருவிதாங்கூர் பறக்கும் அணில் (Petinomys fuscocapillus) திருவிதாங்கூர், நீலகிரிக் காடுகளில் காணப்படுகிறது. காஷ்மீர் பறக்கும் அணில் (Hyalopetes fimbriatus) மேற்கு இமாலயப் பகுதியில் சுமார் 2 கி.மீ. உயரத்திற்கு மேலுள்ள காடுகளில் காணப்படுகின்றது. மயிர்களடர்ந்த கால்களுடைய ஒருவகைப் பறக்கும் அணில்கள் (Belomys pearsoni) கிழக்கு இமாலயக் காடுகளில் காணப்படுகின்றன.

நூலோதி

1. **Prater, S.H.**, *'The Book of Indian Animals'* Bombay Natural History Society, Bombay, 1980.
2. **Ekambaranatha Ayyar, M.**, *Manual of Zoology*, S. Viswanathan PVT, Ltd Madras 1976.

அணிவிசையியல்

ஹெய்சன்பர்க் (Heisenberg) என்ற விஞ்ஞானி அணி இயற்கணிதத்தின் (Matrix algebra) மூலமாகக் குவாண்டம் இயக்கவியலை (Quantum mechanics) ஆராய்ந்து, அணிவிசையியலை உருவாக்கினார். பின்பு சுரோடிஞ்சர் (Schrodinger) என்ற விஞ்ஞானியும், எகார்ட்டு (Eekart) என்ற விஞ்ஞானியும் தனித்தனியே, இந்த அணிவிசையியல், எவ்வாறு சுரோடிஞ்சரின் அலை இயக்கவியலுடன் (Wave mechanics) கணித முறையில் ஒத்திருக்கின்றது என்பதை எடுத்துக் காட்டினார்கள்.

'm' கிடைமட்ட வரிசைகளிலும் (rows), 'n' நேர் குத்துவரிசைகளிலும் (Columns) ஒரு முறைப்படி அமைக்கப்பட்ட mn கணியங்களின் (Quantities) தொகுதிக்கு (array) m x n தரமுள்ள அணி (Matrix of m, n order) என்று பெயர். கணியங்களுக்கு மூலகங்கள் (Elements) என்று பெயர். A என்பது அணியாகவும் ij என்பது அதன் மூலகங்களாகவுமிருந்தால்

$$A + (a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots\cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots\cdots & a_{2n} \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \cdots\cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

$i = 1$ இலிருந்து m வரையும் $j = 1$ இலிருந்து n வரையும் மாற மேற்கண்டவாறு அணியினைக் குறிக்கலாம். இங்கு a_{ij} என்பது i ஆவது கிடைமட்ட வரிசையிலும், j ஆவது நேர்குத்து வரிசையில் உள்ள மூலகமாகும்.

$$\Psi_o, \Psi_1, \Psi_3, \ldots\ldots\ldots \Psi n, \ldots\ldots\ldots \Psi\Psi_{1m}.$$

என்பவை ஒன்றுக்கொன்று நேர்குத்தான (Orthogonal) அலைச் சார்புகளைக் கொண்ட ஒரு தொகுப்பு (Set) ஆகும். இதில் f (q_i, P_i) என்பது ஒரு விசையியக்கக் கணியமாகும் (Dynamical quantity). 'f_{op}' என்பது இதன் செயலி (Operator) ஆகும்.

$$f_{op} = f\left(q_i, \frac{h}{2\pi i} \frac{\partial}{\partial qi}\right) \text{ எனில்}$$

$$\langle f \rangle_{mn} = \int \Psi m^* f_{op} \Psi n \, d \quad (1)$$

$\Psi_m{}^*$ என்பது Ψm இன் மறுதலை அல்லது பரிமாற்றுச் சிக்கலாகும் (Complex Conjugate). $\langle f' \rangle_{mn}$ என்பது, இந்தத் தொகுப்பு (System) தனது n ஆவது நிலைத்த நிலையில் (Stationary state) இருக்கும்பொழுது f இன் சராசரி மதிப்பாகும்.

f_{mn} என்ற எண்களைக் கொண்ட ஓர் அணியினைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் உருவாக்கலாம். இந்த அணியை (f_{mn}) என்று குறிப்பிட்டால்

$$(f_{mn}) = \begin{bmatrix} f_{oo} & f_{o1} & f_{o2} & \cdots\cdots & f_{on} \\ f_{1o} & f_{11} & f_{12} & \cdots\cdots & f_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ f_{m0} & \cdots & \cdots & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix}$$

இதேபோன்று மற்றவிசை இயக்கக் கணியங்கள், f, g, h போன்றவற்றைக் கொண்டு அவற்றின் அணிகளை [g], [h] உருவாக்கலாம். மேலே கூறியுள்ள அலைச் சார்புகளை $(\Psi^o, \Psi_1 \ldots\ldots \Psi^n \ldots\ldots \Psi m.)$ காலச்

சார்புள்ளவையாகக் (Time dependent) கொண்டால், $\Psi_o, \Psi_1, \Psi_3 \ldots\ldots \Psi_n \ldots\ldots \Psi_m$ என்ற அலைச்சார்பு களைக் காலச்சார்பற்ற (Time independent) அலைச் சார்புகளாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். இந்த இரண்டாவது அலைச் சார்புகளுக்கான அணியின் மூலகம் $f_{mn} = \int \Psi_m^* f_{op} \Psi_n d$ ....(2) ஆகும். சமன் பாடுகள் (1), (2)இல் உள்ள மூலகங்கள் $e^{2\pi i \frac{(W_m - W_n)t}{h}}$ என்ற கோவை (factor) யினால் மாறுபடுகின்றன.

'q_j' என்பது துகளின் ஆயமாகவும் (Co-ordinate), (q_j) என்பது அதன் அணியாகவும், 'P_j' என்பது அதன் விதிமுறை தழுவிய பரிமாற்று உந்தமாகவும் (Canonically conjugate momentum) (P_j) என்பது அதன் அணியாகவும் இருக்கட்டும். (1) என்பது ஓர் அலகு அணி (Unit Matrix) ஆனால்

$$(P_j)\ (q_j) - (q_j)\ (P_j) = \frac{h}{2\pi i}\ (1)$$

$$(P_j)\ (q_k) - (q_k)\ (P_j) = 0$$

$$(q_j)\ (q_k) - (q_k)\ (q_j) = 0 \quad K \neq j$$

$$(P_j)\ (P_k) - (P_k)\ (P_j) = 0$$

மேற்கூறிய பரிமாற்ற விதிகளும் (Commutation rules), ஹாமில்டோனியனின் இயக்கச் சமன்பாடுகளை (Hamiltonian equations of motion) அணிகள் மூலம் முறைப்படுத்துவதும் சேர்ந்ததே அணிவிசையியலாகும்.

இனிச் சமமூலை வரை அணிகளையும் (Diagonal Matrix) அவற்றிற்கு இயக்க விசையியிலுள்ள தொடர்பினையும் காண்போம்.

மேலே கூறப்பட்ட $\Psi, \Psi_1, \Psi_2, \Psi_n$ என்ற அலைச் சார்புகளை எடுத்துக் கொண்டால், அதில் உள்ள Ψ_n என்ற சார்பு, அதிர்வுறா நிலையிலிருக்கட்டும். இவ்வாறு இருப்பின் மொத்த ஆற்றலை (H) என்ற ஒரு சம மூலை வரை அணியாகக் குறிப்பிடலாம்.

$$(H) = \begin{bmatrix} w_o & 0 & 0 & 0 & \cdots \\ 0 & w_1 & 0 & 0 & \cdots \\ 0 & 0 & w_2 & 0 & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots\ W_n \end{bmatrix}$$

இதில் $W_o' W_2' W_{21}' \ldots\ldots W_n$ என்பன முறையே $\Psi_o' \Psi_1' \Psi_2' \ldots\ldots \Psi_n$ என்ற அலைச்சார்புகளின் நிலைத்த நிலையிலுள்ள, துகளின் மொத்த ஆற்றலாகும். இவை மாறிலிகள் (Constants). மேலே குறிப்பிடப் பட்டவை எல்லா உரிமைப்படிகளுக்கும் (Degrees of freedom) பொருந்தும்.

$\Psi^o, \Psi, \Psi_3, \ldots\ldots - \Psi_n$ என்பவை இயற்படுத்தம் செய்யப்பட்ட செம்மை அலைச்சார்புகளாக (Normalised orthogonal wave functions) இருக்கட்டும். ஒவ்வொரு சார்பும் சுரோடிஞ்சரின் காலச் சமன்பாட்டின் (Time dependent equation) தீர்வு ஆகும் (Solution). இந்தச் சார்புகள், அதிர்வுறு நிலைச் சார்புகளின் $\Psi^o, \Psi_1, \Psi_2, \ldots\ldots\ldots \Psi_n$ ஒருபடிச் சேர்மானத்தின் (Linear combination) மூலமாகக் கீழ்க்கண்டவாறு பெறப்படுகின்றன.

$\Psi_n' = \Sigma_n' a_{n'n} \Psi_n$ இங்கு a_n என்பவை மாறிலிகள். அவற்றின் மதிப்பு 'U' சார்புகள் இயற்படுத்தம் செய்யப்பட்ட செம்மை அலைச் சார்புகளாக இருக்குமாறு அமைந்துள்ளன.

'f' என்ற விசையியக்கக் கணியத்தின் காலச்சார்பு அணி (f) ஆக இருக்கட்டும். இவ்வணி சமமூலை வரை அணியாக இராது. அவ்வாறெனில் மற்றோர் அணி (f') யினைச் சமமூலை வரை அணியமாக அமைத்து, அதன் மூலைவிட்ட மூலகங்கள் f ஆக அமையுமாறு செய்யலாம். அதாவது $m' \neq n'$ எனில் $f_{m'n'} = 0$. மேலும் $m' = n'$ எனில் $f_{m'n'}$ ஒரு மாறிலி.

$$f_{op}\ \Psi_{n'} = f_{n'n'}\ \Psi_{n'}$$

இங்கு $f_{n'n'}$ என்பது (f') என்ற சமமூலை வரை அணியின் n' ஆவது மூலைவிட்ட மூலகமாகும்.

இவ்வாறு அணியியற் கணிதத்தின் மூலமாக நாம் குவாண்டம் இயக்கவியலை ஆராய முடியும்.

ந. கி. சு.

நூலோதி

1. **Linus Pauling and E.Bright Wilson** *Introduction to Quantum Mechanics*, Mcgraw-Hill Book Company
2. பெ. ரா. கிருட்டிணமூர்த்தி, அணிகளும் வெக்டர்களும், தமிழ்ப்பாடநூல் நிறுவனம் 1975.

அணு

அண்ட பேரண்டத்திலுள்ள பொருள்கள் யாவும் பல்வேறு தனிமங்களால் ஆனவை. எந்தவொரு தனிமத்தையும் எடுத்துப் பகுத்துக் கொண்டே சென்றால் அத்தனிமத்தின் பண்புகள் அனைத்தையும் கொண்ட மிகச்சிறு கூறாய் அமைவது அணு எனப்பெறும். அணுவின் கட்டமைப்பை நோக்கின் அதன் மையத்தில் நேர் மின்னூட்டமுடைய புரோட்டான்கள், மின்னூட்டம் இல்லா நியூட்ரான்கள் எனும் அடிப்படைத் துகள்களால் ஆன அணுக்கரு எனும் பகுதி அமையும். இவ்வணுக்கருவை எலக்ட்ரான்கள் எனப்பெறும் எதிர் மின்னூட்டமுடைய அடிப்படைத் துகள்கள் வலம் வந்த வண்ணமுள்ளன. ஒரு புரோட்டானது மின்னூட்டமும் ஓர் எலக்ட்ரானது மின்னூட்டமும் அளவில் ஒத்தவை (1.602×10^{-19} கூலும்). மின் நடுநிலை

யிலுள்ள ஓரணுவில் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாயிருக்கும். அணுவினது இயற்பியல் பண்புகள் யாவற்றையும் தாங்கி நிற்பது அணுக்கருவே; தனிமத்தின் வேதியியல் பண்புகள் எலக்ட்ரான்களைப் பொறுத்தமையும். எலக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவற்றின் நிறைகள் முறையே 9.106×10^{-31} கி.கி., $1\ 672 \times 10^{-27}$ கி.கி, 1.675×10^{-27} கி.கி என்பதை நோக்கின் புரோட்டானும் நியூட்ரானும் ஏறத்தாழ ஒரே நிறையுடையன என்றும் எலக்ட்ரான் இவற்றோடு ஒப்புநோக்க நிறையே இல்லா துகளென்றும் கொள்ளலாகும். எனவே, ஓரணுவின் நிறையென்பது அணுக்கருவின் நிறையே. அணுவின் குறுக்கு அளவு 10^{-10} மீட்டர் எனும் வரிசையில் இருக்கும்.

வெவ்வேறு தனிமங்களின் அணுக்கருக்களில் அமையும் புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வெவ்வேறாய் இருக்கும். ஓரணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அணுஎண் (Atomic Number) எனவும், புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்த எண்ணிக்கை அணுவின் நிறை எண் (Mass Number) எனவும் பெயர் பெறும். அணுக்கருவின் ஆக்கக் கூறுகளாம் புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் நியூக்ளியான்கள் (அணுக்கருத் துகள்கள்-Nucleons) எனப்பெறும்.

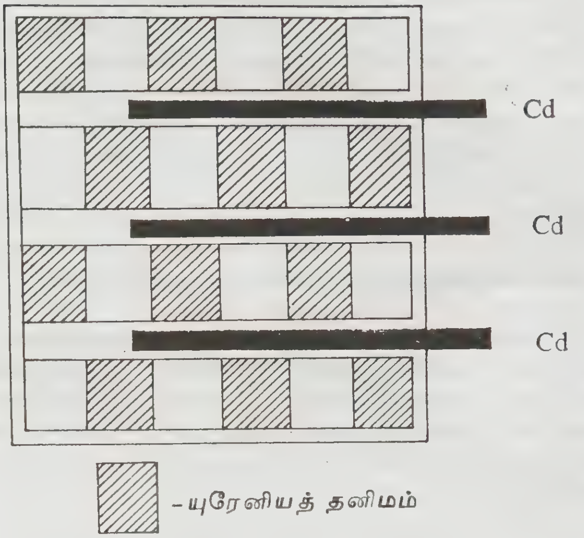
காண்க: அணுக்கட்டமைப்பும் அலைமாலையும்; ஓரிடத் தனிமம்; அணுக்கருக் கட்டமைப்பு

அணு அடுக்கு

அணு ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்தி அதனின்று வெப்ப ஆற்றலையும், அதன்வழி மின்னாற்றலையும் பெறப் பயன்படுவது அணு அடுக்கு ஆகும்.

வேகம் குறைந்த நியூட்ரான்களைக் கொண்டு கனமான யுரேனியம் 235 (Uranium 235) என்னும் தனிமத்தைத் (Element) தாக்கினால், கிரிப்டான் (Krypton), பேரியம் (Barium) போன்ற நிறை குறைந்த தனிமங்களும், சில நியூட்ரான்களும் தோன்றுகின்றன என்றும், அதே நேரத்தில் அளப்பரிய ஆற்றலும் வெளிப்படுகிறது என்றும் என்ரிக்கோஃபெர்மி (Enrico Fermi) என்பார் கண்டறிந்தார். இவ்வாறு கனமான தனிமம் பிளவு பெறுவதை 'அணுக்கருப்பிளப்பு' (Nuclear Fission) என்று கூறுகிறோம். பிளவுப்பட்ட துண்டுகளின் மொத்த நிறை பிளவுக்கு முன்னிருந்த மொத்த நிறையைவிடக் குறைவாகக் காணப்பட்டது. இந்த நிறை இழப்புதான் அணு ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

அணுக்கருப் பிளப்பின்போது வெளிவரும் நியூட்ரான்கள் மற்ற அணுக்கருக்களோடு மோதி மேலும் பல பிளவுகள் உண்டாக்கும். இச்செயல் தொடர்ந்து நிகழும். இஃது புறத்தூண்டுதல் இல்லாமல் தொடர்ந்து



நடைபெறுவதால், இதற்கு அணுக்கரு தொடர்வினை (Nuclear chain reaction) என்று பெயர். ஆனால், தொடர்வினை நிகழ யுரேனியத்தின் பருமன் மாறுநிலை அளவு எனும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேற்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். தொடர்வினை நிகழ்ச்சி கட்டுப்படுத்தப்படாவிடில் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் ஆற்றல் மாபெரும் அளவில் வெளிப்படும். அஃது ஆக்க வேலைகளுக்குப் பயன்படாது; அழிவையே விளைக்கும். மாறாக, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட தொடர்வினையே ஆக்க ஆற்றலை அளிக்கும். இதற்கெனப் பயன்படுவதே அணு அடுக்காம்.

அடுக்கடுக்காக வைக்கப்பட்டிருக்கும் கரிக்கட்டிகளின் (Graphite Blocks) இடையே குறிப்பிட்ட சமதூரங்களில் ஓர் அணிக்கோப்பு (Lattice) போன்று பதிக்கப்பட்ட யுரேனியக் கட்டிகளைக் கொண்டதுதான் அணு அடுக்கு. கிராஃபைட் கட்டிகள் நியூட்ரான்களை உட்கவராமல் அவற்றின் வேகத்தை மட்டுப்படுத்தும், தணிப்பான்களாகச் (Moderators) செயல்படுகின்றன. அடுக்கின் உள்ளே செருகி வைக்கப்பட்டிருக்கும் காட்மியக் கழிகள் (Cadmium rods) நியூட்ரான்களை ஈர்க்கும் தன்மை உடையன. இக்கழிகளை வெளியே இழுத்தோ அல்லது உள்ளே அழுத்தியோ தொடர்வினையைக் கட்டுப்படுத்தித் தேவையான அணு ஆற்றலைப் பெறலாம். இந்நிகழ்ச்சியின்போது உண்டாகும் வெப்பத்தால் கிராஃபைட்டும், யுரேனியமும் அதிக சூடு அடையும். இதனைத் தடுக்க அடுக்கைச் சுற்றிக் குளிர்நீர் செலுத்தப்படுகிறது. அடுக்கிலிருந்து நம் உடல் நலத்தை மிகவும் கெடுக்கக்கூடிய கதிர்வீச்சு (Radiation) அதிகமாக வெளியே வரும். இதனைத் தடுக்க அடுக்கைச் சுற்றிக் காரீயச்சுவர்களும், கான்கிரீட் சுவர்களும் கட்டப்பட்டிருக்கும். மற்ற எல்லா இயக்கங்களும் தொலைவிலிருந்தே செய்ய ஏற்பாடு செய்யப்பட்டிருக்கும்.

தொடர்வினையின் போது உண்டாகும் வெப்ப ஆற்றல் உயரழுத்த நீராவியை ஆக்க அது டர்பைன்களைச் சுழற்ற, அவை மின்னாக்கியைச் செயல்படுத்தி மின்சாரத்தை உண்டாக்கும். இவற்றைத் தவிர அணு அடுக்கைப் பயன்படுத்தி ஓரிடத்தனிமங்களைப் (Isotopes) பெறலாம்.

முதன் முதலில், 1942ஆம் ஆண்டு ஃபெர்மியின் தலைமையில் சிகாகோ பல்கலைக் கழகத்தில் அணு அடுக்கு அமைக்கப்பட்டது. அடுக்கின் அளவைக் குறைக்க u 235 என்னும் ஓரிடத்தனிமத்தைச் சிறந்த தணிப்பானாகச் செயல்படும் கனநீரில் (Heavy water) மூழ்க வைக்கலாம். அணுக்கருப் பிளப்புக்கு உகந்ததாய் இருப்பதால், அணு அடுக்கில் தற்போது யுரேனியத்துக்கு மாற்றாக pu 239 என்னும் புளுட்டோனிய (Phutonium) ஓரிடத்தனிமம் வெகுவாய்ப் பயன்படுத்தப்பட்டு அதிக அளவில் அணுவாற்றல் பெறப்படுகிறது.

மு.நா.சீ

நூலோதி

1. **Donald I-Hughes Vakils** - *The Neutron Story* Feffer and Simons Private Limited Bombay 1978.

2. **கோ. பாலசுப்பிரமணியன்** - அணுக்கரு இயற்பியல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம். 1972

அணு ஆயுதப் போர் நடவடிக்கை

அணு ஆயுதப் போரில் போர்த்திறஞ்சார்ந்த விமானங்கள் வழியாகவும், செல்லும் வழியைக் கட்டுப்படுத்திச் செலுத்தப்படும் ஏவுகணைகள் (Guided missiles) வழியாகவும், பூமியைச் சுழன்று வரக்கூடிய துணைக் கோள்கள் (Earth satellites) வழியாகவும் அல்லது வேறு எந்த போர்த்திறம் சார்ந்த, எடுத்துச் சென்று வழங்கிடும் அமைப்புகள் (Strategic delivery systems) வழியாகவும், அணு குண்டுகள் கொண்டு செல்லப்பட்டு வீசப்படுகின்றன. கொல்லக்கூடிய ஆற்றல் கொண்ட அய்ட்ரஜன் குண்டுகள் இப்போர் நடவடிக்கைகளில் பெரும் அழிவினைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதில் பரவலான மறுக்க முடியாத உண்மை யாதெனில் பெரும் வல்லரசுகள் இப்போரில் திருப்பித் தாக்கத்தக்க வல்லமை பெற்றிருப்பதால், இப்போர் மனித சமுதாயத்தின் தற்கொலைக்கு ஒப்பானதாகும். இவ்வாறாக அணுப்போரில் ஓர் இக்கட்டான சூழ்நிலை உருவாக்கப்படுகின்றது. இதனால் எந்தப் பகுத்தறிவுடைய அரசியல் தலைவனும் தானாகவே இப்போரினைத் தொடங்க மாட்டான். ஆனால் இதிலுள்ள அபாயம் யாதெனில் இவ்வணுவாயுதப் போர் தற்செயலாகவும், கோபத்தினாலும் தவறாகப் புரிந்துகொள்வதாலும் அல்லது வரம்புக்கு உட்படுத்தப்பட்ட போரின் விரிவாக்கமாகவும் (Escalation of limited war) ஏற்படலாம்.

நூலோதி

Encyclopaedia Britannica Vol. I P 629. 15th Edn, 1982.

அணு ஆற்றலும் அதன் பயன்களும்

அணுக்கள் பிளவுபடுவதாலும், பிணைவு உறுவதாலும் வெளிப்படுகின்ற ஆற்றல் அணு ஆற்றல் என வழங்கப்படுகிறது. கதிரவன் முதலிய உடுக்களிலிருந்து கிடைக்கும் ஒளி, வெப்பம் போன்ற ஆற்றல்களுக்கும், அணுகுண்டு வெடிப்பிற்குப் அடிப்படையாக அமைவது அணுவாற்றலே. அணுவின் மையப்பகுதிலுள்ள அணுக்கருவில் வினை மாற்றங்கள் நிகழும் போது ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இவ்வாற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றிப் பயன்படுத்த முடியும்.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் பல அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள் நிகழ்ந்தன. நிறை (Mass) ஆற்றலின் ஒரு வடிவமே என்ற பேருண்மையை ஆல்பர்ட் அய்ன்ஸ்டீன் என்ற இயற்பியல் அறிஞர் ஆய்ந்துரைத்தார். அதன் பயனாக, அணுக்கருவினூடே மறைந்திருக்கும் அளப்பரிய ஆற்றலை வெளிப்படுத்த முயற்சிகள் நடந்தன. 1942ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவிலுள்ள சிகாகோ பல்கலைக் கழகத்தில் முதன் முறையாக அணுவாற்றல் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. அணுவாற்றலிலிருந்து கிடைக்கும் வெப்பத்தைக் கொண்டு, நீராவி உற்பத்தி செய்து மின்சாரம் பெற இயலும். அணுப்பிளவைக் கட்டுப்படுத்தி ஆற்றல் பெற வடிவமைத்த அமைப்புக்கு (Device) அணுஉலை (Nuclear Reactor) எனப் பெயர்.

அணு உலைகளில் எரிபொருளாகப் பயன்படுவது யுரேனியம் என்ற இயற்கைத் தனிமமாகும் (Element). யுரேனிய அணுக்கருக்கள் அணுஉலையில் பிளவுறும் போது, ஒவ்வோர் அணுக்கருவும் இரு துண்டுகளாக்கப்பட்டு மிகுந்த வெப்பத்தை வெளிப்படுத்துகின்றது. தனியாக 1 கிலோ கிராம் நிறையுள்ள யுரேனியத்தைப் பிளவுறச் செய்யும்போது வெளிப்படும் வெப்பம் 3000 மெட்ரிக் டன் நிறையுள்ள நிலக்கரியை எரிப்பதற்கு ஈடாகும் என்பதிலிருந்து அணுவினுள் பொதிந்திருக்கும் ஆற்றலை உணரலாம்.

அணு ஆற்றலின் சிறப்பு

தொல்பொருள் எச்ச எரிபொருள் (Fossil fuel) கொண்டு செயல்படும் ஆலையைக் காட்டிலும் அணு உலை இரு வகைகளில் சிறந்தது.

1. அணுஉலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை உண்டாக்கக் குறைவான எரிபொருளே தேவைப் படுகின்றது.

2. யுரேனியத்தை எரிபொருளாகக் கொண்ட அணு உலைகள், வேதியல் மாசுப் பொருள்களைக் (Chemical Pollution) காற்றில் பரப்புவதில்லை ஆகையால் காற்று மண்டலம் மாசுபடுதல் குறைகிறது.

அணுஉலை மேற்சொன்ன சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றிருப்பினும், கீழ்க்காணும் காரணங்களால் அணு ஆற்றல் வளர்ச்சி தடைப்பட்டது.

1. அணு உலைகளை அமைக்க அதிகம் செலவு ஆகிறது.
2. அணுஉலைகளை அமைப்பதால் கதிரியக்கத் தாக்குதல் (Hazards) ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு.

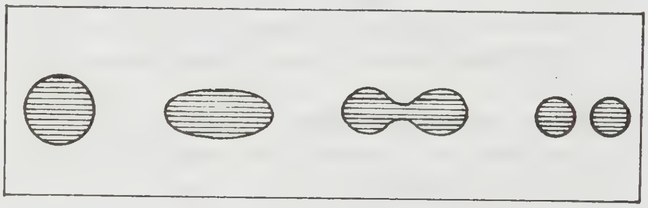
ஆகையால் அரசாங்கத்தின் சில ஆணைகளையும், தேவைகளையும் நிறைவு செய்யும் வகையில் அணு உலை அமைக்கப்படுதல் வேண்டும். இத்தகைய கட்டுப்பாடுகள் பிற ஆலைகளுக்கு இல்லை. அணுஉலைகளில் சில இயக்கக் கோளாறுகள் ஏற்படினும் அவற்றை எதிர்கொள்ளத்தக்க ஏற்பாடுகள் இருந்தாலன்றி, சில நாடுகளில் உரிமங்கள் (Licences) வழங்கப்படுவதில்லை. இதனால் அணுஉலை கட்டுமானப் பணியில் காலத்தாழ்வு ஏற்படுகிறது.

இன்றுள்ள எண்ணெய் இருப்பு சுமார் நூறு ஆண்டுகட்கு மட்டுமே போதுமானதாக இருக்கும். அணு ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி எண்ணெய், நிலக்கரி ஆகியவற்றின் தேவையைக் கணிசமாகக் குறைத்துவிடலாம். மேலும் எதிர்காலத்தில் வரவிருக்கின்ற ஆற்றல் தட்டுப்பாட்டிற்கு அணு ஆற்றல் ஒரு வளமான மாற்று மூலமாக இருக்கும். இதனால் அணு ஆற்றலை ஆக்கப் பணிகளுக்குப் பயன்படுத்தும் அணு உலைகளை அமைக்க வேண்டியது இன்றியமையாததாகின்றது.

மின்னூட்டமற்ற நியூட்ரானைக் கண்டுபிடித்த பின்னர், கனமான யுரேனிய அணுக்கருக்களைத் தாக்கி ஆராயத் தலைப்பட்டனர். U - 238, பொதுவாக நியூட்ரானை உட்கவர்ந்து கொண்டுவிடுகிறது. இது பின்னர் பீட்டா கதிரை உமிழ்ந்து முதல் புற யுரேனியத் தனிமமான நெப்டூனியமாகவும், மற்றொரு பீட்டாக் கதிரை உமிழ்ந்து இரண்டாவது புற யுரேனியத் தனிமமான புளூட்டோனியமாகவும் மாறுகின்றது.

1939ஆம் ஆண்டில் ஆட்டோஹான் (O. Hahn), ஸ்ட்ராஸ்மென் (F. Strassman) போன்றோர் யுரேனியத்தை, நியூட்ரானைக் கொண்டு தாக்கி அதன் வினைவிளைவுப் பொருள்களை ஆராய்ந்தனர். அப்போது அதில் மிதமான அணு நிறை உடைய பேரியம், கிரிப்டான் போன்ற மூலகங்கள் காணப்படுவதை அறிந்தனர். இதை விளக்குவதற்கு நியூட்ரானால் தாக்குண்ட யுரேனிய அணுக்கரு பிளவுபடலாம் எனக் கருதினர். லைஸ் மெய்ட்னர் (Lise Meitner), ஆட்டோ ராபர்ட் பிரிஸ்ச் (Otto Robert Frisch) என்பவர்கள், குறைவேக நியூட்ரானைக் கொண்டு யுரேனிய அணுக்கருவைத் தாக்கினால், அது இரண்டாகப் பிளவுபட்டு இரண்டு அணுக்கருக்களையும் (யுரேனியத்தை விடக் குறைந்த நிறமுடையது), நியூட்ரான்களையும் தருகிறது என்பதை உறுதி செய்தனர். ஓர் அணுக்கருவின் Z^2/A-ன் மதிப்பு 49க்கும் அதிகமாக இருக்குமெனில் அது தானாகவே அணுக்கருப்பிளப்பிற்கு உட்படுகிறது என்றும், Z^2/A-ன் மதிப்பு 49க்கு குறைவாக இருக்குமானால், அதைப்பிளவுறச் செய்யப் புற வெளியிலிருந்து அதற்குஆற்றலூட்ட வேண்டும் என்றும், ஊட்ட வேண்டிய ஆற்றலின் மதிப்பு Z^2/Aன் மதிப்பு 49ஐவிட எவ்வளவுகுறைவாக இருக்கின்றது என்பதைப் பொறுத்து என்றும் பின்னர் தக்க கொள்கைகளின் வாயிலாக நிறுவினார்கள்.

பிளவுபடும் அணுக்கரு ஒன்றினை, நீர்த்துளி ஒன்றுடன் ஒப்பிட்டு விளக்கலாம். நீர்த்துளி கோள வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது இந்த நீர்த்துளிக்கு ஏதும் இடையூறு விளைவித்தால் நீள்கோள வடிவத்தைப் (Ellipsoid) பெறுகிறது. பின்பு ஒட்டிய நிலையில் இரண்டு சிறுகோளங்களாக (Dumb Bell) உருமாறுகிறது. மேலும் மேலும் இடையூறுக்கு உட்படுத்தினால் அது இரு துளிகளாகப் பிரிகிறது.



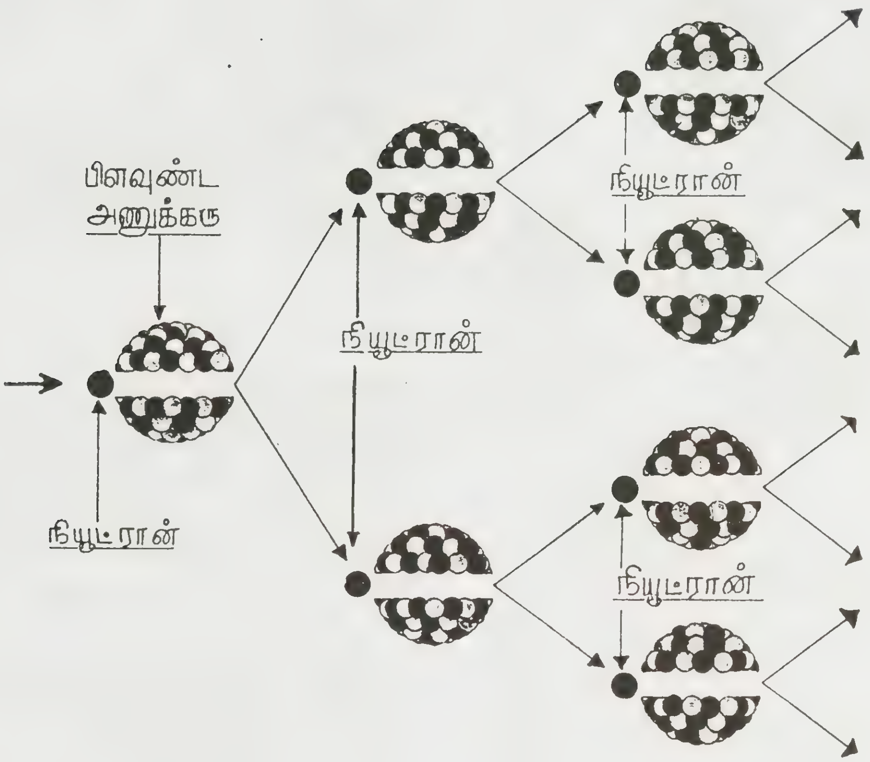
படம்-1. நீர்த்துளி ஒன்றிற்கு இடையூறு விளைவித்தால் ஏற்படும் பிளவு.

இது போல் அணுக்கருப் பிளவில் ஏற்படும் பிளவு விளைபொருள்கள் (Products) எனலாம். பிளவுவிளை பொருள்களின் நிறை, பிளக்கப்படும் அணுக்கருவின் நிறையைக் காட்டிலும் குறைவாக உள்ளது. இங்கு ஏற்படும் நிறைவேறுபாடு ஆற்றலாக வெளியிடப்படுகிறது.

யுரேனியம் அணுக்கரு பிளக்கப்படும்போது வினைவிளைவுப் பொருள் பேரியம், கிரப்டானாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. நீண்ட நெடுக்கைக்கு உட்பட்ட பல்வேறு வினைவிளைபொருள்களை வெளிப்படுத்தலாம். பிளப்பு வினைவிளைவுப் பொருள்கள் துத்தநாகம் —72 முதல் (Z=30), டெர்பியம்—161 வரை (Z=65) இருக்கலாம். இதில் 36 வகையான தனிமங்களும், 90 வகையான நிறை எண்களும் அடங்கியுள்ளன. எனவே யுரேனியம் அணுக்கரு 45 வகையாகப் பிளவுறும் வாய்ப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. பிளவுறும் வாய்ப்பு, வினைவிளை பொருள்களின் நிறை எண் 95ம் 139ம் ஆக இருப்பதற்கு அதிகமாக இருக்கிறது.

தொடர்வினை (Chain Reaction)

அணுக்கருக்களிடையே, ஒருமுறை அணுக்கருப்பிளவு தோற்றுவிக்கப்பட்டால், அது தொடர்ந்து நடை



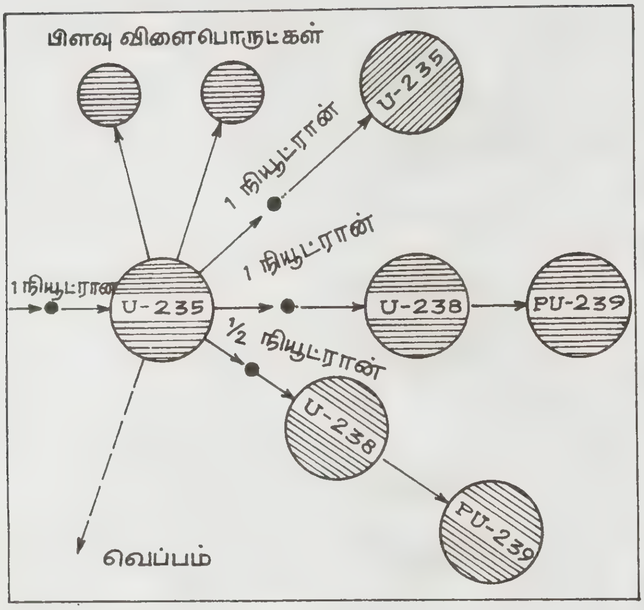
அணுக்கருத் தொடர்வினை

பெற்றுக் கொண்டேயிருக்கும். தொடர்ந்து நிகழும் இந்த அணுக்கரு வினைகளுக்குத் தொடர்வினை என்று பெயர். ஒவ்வோர் அணுக்கருப் பிளவின் போதும் இரண்டு அல்லது மூன்று நியூட்ரான்கள் வெளியாகின்றன. ஒவ்வொரு பிளவின்போதும் வெளிவரும் நியூட்ரான்களில் ஒன்றேனும் வேறோர் அணுக்கருவைப் பிளக்க வேண்டும். அப்படிப் பிளந்தால்தான் அணுக்கரு வினை தொடர்வினையாக அமையும்.

அணுக்கருப் பிளவிலிருந்து வெளிவரும் நியூட்ரான்கள் அதிக அளவு இயக்க ஆற்றலைக் கொண்ட அதிவேக நியூட்ரான்கள் ஆகும். இந்த அதிவேக நியூட்ரான்கள் ஏதேனும் ஓர் ஊடகத்தில் (Medium) மோதினால், அவற்றின் வேகம் குறையும். நியூட்ரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்கக்கூடிய அல்லது தணிக்கக்கூடிய ஊடகம் தணிப்பான் (Moderator) என்று அழைக்கப்படுகிறது. தணிப்பான்களாகக் கிரா∴பைட் (Graphite), பெரிலியம் (Berryllium), கனநீர் (Heavy water) ஆகியவை பயன்படுகின்றன. தணிப்பான்களைக் கொண்டு வேகம் குறைக்கப்பட்ட நியூட்ரான்களுக்குக் குறைவேக நியூட்ரான்கள் (Slow Neutrons) அல்லது வெப்ப நியூட்ரான்கள் (Thermal Neutrons) என்று பெயர். அணுக்கருப் பிளவிலிருந்து வெளிவரும் நியூட்ரான் ஒன்று, மேலும் அணுக்கருப் பிளவை உண்டாக்க முடியாமலும் போகலாம். அதற்கு இரண்டு காரணங்கள் உண்டு. ஒன்று அவை வினையுறும் தொகுதியிலிருந்து (Reacting system) தப்பித்து விடலாம். அல்லது அவை வேறோர் வினையினால் உறிஞ்சப்படலாம்.

அணுக்கருப் பிளவுக்கு உட்படும் பொருளை எரிபொருள் (Fuel) என்றழைக்கிறோம். எரிபொருள் ஒரு குறிப்பிட்ட உருவளவைப் பெற்றிருந்தால்தான் தொடர் வினை நிகழும். அக்குறிப்பிட்ட உருவளைவு இல்லையெனில் தொடர்வினை நிகழாது. எனவே, அந்தக் குறிப்பிட்ட உருவளவை மாறுநிலை உருவளவை (Critical size) எனலாம். இந்தத் தொடர்வினை அணுக்கரு உலைகளில் (Nuclear reactors) உண்டாக்கப்படுகிறது.

மாறுநிலை உருவளைவு, அணுக்கரு உலையில் பயன்படுத்தும் எரிபொருள், தணிப்பான் இவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக, யுரேனியத்தை எரிபொருளாகவும்கிரா∴பைட்டைத் (Graphite) தணிப்பான்களாகவும் கொண்ட அணுக்கரு உலையின் மாறுநிலை உருவளவிற்கு 28 டன் யுரேனியமும், 500 டன் கிராபைட்டும் தேவைப்படுகின்றன. யுரேனியத்தை எரிபொருளாகவும், கனநீரைத் தணிப்பானாகவும் கொண்ட அணுக்கரு உலையின் மாறுநிலை உருவளவிற்கு 3 டன் யுரேனியமும், 6.5 டன் கனநீரும் தேவைப்படுகின்றன.



அணுக்கருப்பிளவு-எரிபொருள்

இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தில் 99% யுரேனியம்-238ம், 0.7% யுரேனியம்-235ம், மேலும் சிறிதளவு யுரேனியம்-234ம் கலந்து உள்ளன. யுரேனியம்-235ஐ, வெப்ப நியூட்ரான்கள் அல்லது குறை வேக நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கினால் அது பிளவுக்குட்படும். யுரேனியம்-238ஐப் பிளப்பதில் மீவேக நியூட்ரான்கள் மட்டுமே செயல்திறன் கொண்டவை.

அணுக்கருப் பிளவுமுறையினைப் பின்பற்றி ஆற்றலை வெளிக்கொணர்வதில் எல்லாவகை ஆக்கக் கூறுகளையும் எண்ணிப் பார்க்கலாம். முதலாவதாக எளிதாகப் பிளவுறும் யுரேனியம்-235ஐ, யுரேனியம்-238விருந்து பிரித்தெடுத்துப் பயன்படுத்தலாம். இரண்டாவதாக இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியம் அல்லது யுரேனியம்-235ஐக் குறைந்த அளவே செறிவூட்டி (Enriched) தணிப்பானுடன் அணுக்கரு உலையில் பயன்படுத்தலாம்.

யுரேனியம்-235ஐச் சார்ந்திருப்பதைக் குறைக்க, பிளவுக்கு உட்படக் கூடிய வேறுபொருள்களையும் உற்பத்தி செய்யலாம். யுரேனியம்-238லிருந்து பெறப்பட்ட புளூட்டோனியம்-239ம், தோரியம்-232லிருந்து பெறப்பட்ட யுரேனியம்-233ம் பிளவுப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படலாம்.

குறைவேக நியூட்ரான் ஒன்று யுரேனியம்-235 அணுக்கருவைத் தாக்கிச் சராசரியாக 2.5 நியூட்ரான்களைத் தருகிறது. இந்த நியூட்ரான்கள் மேலும் பிளவைத் தொடரச் செய்கின்றன. அத்துடன் யுரேனியம்-238-ஐ புளூட்டோனியம்-239 ஆகவும் மாற்றுகிறது.

அணுக்கருப் பிளவு ஆற்றல்

அணுக்கருவைப் பிளப்பதனால் ஆற்றல் கிடைக்கின்றது. இவ்வாற்றலின் மிகப் பெரும்பகுதி விளைபொருள்களின் இயக்க ஆற்றலாலும், மேலும் விளைபொருள்களின் கதிர்வீச்சினாலும், மற்றும் காமா கதிர் வீச்சினாலும் கிடைக்கின்றது. அணுக்கருப் பிளவு வினை ஒன்றை எடுத்துக்கொள்வோம்.

$$U^{235}_{92} = 0^{n1} \longrightarrow U^{236}_{92} \longrightarrow B_a{}^{141}_{56} + + Kr^{92}_{36} + n^1_{30} + 0$$

இவ்வினையில் யுரேனியம்-235 அணுக்கரு ஒன்றைக் குறைவேக நியூட்ரான் ஒன்று தாக்குகிறது. அதன் பின் அந்த அணுக்கரு பேரியம் (Barium) அணுக்கருவையும் கிரிப்டான் (Krypton) அணுக்கருவையும், மூன்று நியூட்ரான்களையும் தருகிறது. இந்த வினையின் இடது பக்கத்தில் உள்ளவற்றின் நிறையையும், வலது பக்கத்தில் உள்ளவற்றின் நிறையையும் ஒப்பிடலாம்.

இடது, வலது பக்கங்களின் நிறைவேறுபாடு (236.056—235.830) = 0.226 அணுநிறை அலகு (Atomic Mass Unit) ஆகும்.

இந்த வினையில் உள்ள நிறைவேறுபாடானது ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது. ஓர் அணுக்கருவைப் பிளப்பதால் உண்டாகும் ஆற்றல் அளவு (0.226) 931 = 219 மிலியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் (Million Electron Volt) ஆகும்.

அணுக் கருப்பிளவில் கிடைக்கும் விளைபொருள்கள் பேரியமும், கிரிப்டானுமாக மட்டுமே இருக்குமென்ப

இடது பக்கம்

யுரேனியம்-235	—	235.047	amu
1 நியூட்ரான்	—	1.009	amu
		236.056	

வலது பக்கம்

பேரியம்-141	—	140.918	amu
கிரிப்டான்-92	—	91.885	amu
3 நியூட்ரான்	—	3.027	amu
		235.830	

தில்லை, வேறுவகைப்பட்ட அணுக்கருக்களும் கிடைக்கும். என்றாலும் ஒவ்வொரு பிளவிலும் ஏறத்தாழ 200 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் கிடைக்கும். இந்த ஆற்றல் மதிப்பானது யுரேனியம்-238 அணுக்கருவைப் பிளப்பதால் கிடைக்கும் ஆற்றலைவிட 41 மடங்கு அதிகம்.

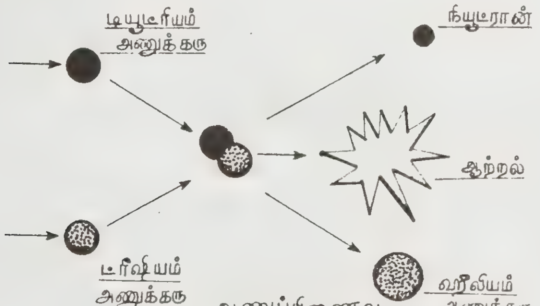
அவகாட்ரோ எண்ணை (Avagadro Number) — 6.02×10^{23} கருத்தில் கொண்டு,ஒரு கிலோகிராம் யுரேனியம்-235 கொடுக்கும் ஆற்றலைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$\text{ஆற்றல்} - \frac{1000}{235} \times 210 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\text{ஆற்றல்} - 5.319 \times 10^{26} \text{ மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட்}$$

அணுக்கருப் பிளவு உலைகள் (Fission Reactors)

அணுஉலை என்ற நுட்பமான அமைப்புகளை ஏற்படுத்தி அதனுள் தொடர் வினைகளை உண்டாக்கி அணுஆற்றலைப் பயனுறுவகையில் மின்னாற்றலாகப் பெறுகின்றார்கள். ஒவ்வொரு பிளவினின்றும் வெளிப்படும் எல்லா நியூட்ரான்களையும் பயன்படுத்தினால், ஆற்றல் அளவிற்கு மீறி அதிகமாக வெளிப்பட்டு அணு உலையே வெடித்துவிடும். அதனால் நியூட்ரான்களை உட்கவரும் காட்மியம் என்ற மூலகத்தைத் தக்க வகையில் பயன்படுத்தி தொடர்வினைகளை ஒரு கட்டுப்பாட்டின்கீழ் நடைபெறுமாறு செய்கிறார்கள். இதனால் ஒவ்வொரு பிளப்பிலும் ஒரே ஒரு நியூட்ரான் மட்டுமே மற்றொரு பிளப்பை ஏற்படுத்துவதாக இருக்கும்.



அணுப்பிணைவு

அணுப்பிணைவு (Nuclear Fusion)

கனமான ஓர் அணுக்கருவைப் பிளந்து ஆற்றலைப் பெறுவதைப் போல இரு எளிய அணுக்கருக்களைப் பிணைத்தும் ஆற்றலைப் பெறலாம். இரு எளிய அணுக்கருக்கள் பிணைந்து ஒரு மிதமான தனிமத்தின் கருவாக மாற்றமடையும் நிகழ்ச்சியினை அணிக்கருப் பிணைப்பு என்பர். அணுப்பிணைவின் போதும் நிறை இழப்பு ஏற்படுகிறது. இவ்விழந்த நிறை ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது. இரு அணுக்கருக்கள் இணைய வேண்டுமென்றால் அவை இணைவதற்காக ஊட்டப்பட்ட உந்துவிசை அவற்றின் மின் விலகு விசையைவிட அதிகமாக இருக்கவேண்டும். குறைந்த அணுவெண்ணுடைய அணுக்கருக்களை ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருக்கமாகக் கொண்டு வந்து பிணைவதற்கேற்ற சூழ்நிலையை ஏற்படுத்த உயர்ந்த வெப்பநிலை தேவையாகும். அணுவெண் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெளிப்படும் பிணைவாற்றலின் அளவு குறைந்து கொண்டே வருகின்றது. மேலும் பிணைவாலேற்படும் கூட்டணுவின் அணுவெண் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணைத் தாண்டிய பிறகு (ஏறக்குறைய 50) பிணைவாற்றல் வெளிப்படுவதில்லை.

உயர் வெப்பநிலையில் அணுக்கருக்களுடைய வேகமும் ஆற்றலும் அதிகரிக்கப்பட்டு அவற்றின் உந்துவிசை மின் விலக்கு விசையையும் மிஞ்சுகின்றது. அப்போது அணுக்கருக்கள் பிணைய வாய்ப்பானதொரு சூழ்நிலை ஏற்படுகின்றது.

அணுப்பிணைப்பு ஆய்வில் அய்ட்ரஜன் ஓரிடத் தனிமங்களான டியூடீரியம் (Deuterium),டிரைடியம் (Tritium) ஆகியவை பயன்படுகின்றன. டியூடீரியம் அல்லது கனஹட்டிரஜனை நீரிலிருந்து பெறலாம். இயற்கை நீரில், ஆறாயிரம் ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கு ஒன்று வீதம் டியுடீரியம் அணுக்கள் கலந்துள்ளன. ஆனால் அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு மிகுந்த பொருள் செலவாகிறது. அணுப்பிணைப்பில் எரிபொருளாகக் கொள்ளக் கனஹைட்ரஜன் சாலச் சிறந்தது. ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள கனஹைட்ரஜனிலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றல் அதே எடையுள்ள யுரேனியத்திலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றலைவிட நான்கு மடங்கு கூடுதலாகும். எனினும் அணுப்பிணைப்பு ஆற்றலைப் பயனுறு வகையில் பெறுவதில் பல சிக்கல்கள் உள்ளன. அதிக வெப்பநிலையில் உள்ள பிணைவுபடும் பொருள் அயனிக் குழம்பு அல்லது பிளாஸ்மா (Plasma) என்ற நிலையில் இருக்கும். அதாவது அணுவிலுள்ள எலட்ரான்களும் கருக்களும் தனித்தனியாக பிரிக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. இக்கலவை மிகவும் நிலையற்றதாக இருப்பதால், அதை ஓரிடத்தில் நிலைபெறச் செய்வது மிகவும் கடினம்.

அணுப்பிணைப்பு ஆய்வுகளுக்கு இன்றியமையாத பிளாஸ்மாவைத் தாங்கும் கலன்களை அமைப்பதில் பல சிக்கல்கள் உள்ளன. காந்தக் குடுவைகளைக் (Magnetic bottles) கொண்டு பிளாஸ்மாவை நிலைநிறுத்தச் செய்ய முயற்சிகள் நடந்து வருகின்றன. இதுகாறும் அமைக்கப்பட்ட அணுப்பிணைப்புக் கருவிகள் அவை உட்கொள்ளும் ஆற்றலைவிடக் குறைவான ஆற்றலையே வெளிப்படுத்துகின்றன. இந்நூற்றாண்டின் இறுதிக்குள் மனிதன் அணுப்பிணைப்பு ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்தி வெற்றி கண்டிட வாய்ப்புகள் உள்ளன.

இந்தியாவின் நீண்ட கால அணு ஆற்றல் திட்டம்

இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தை மட்டும் நம்பி இந்தியாவின் வருங்கால அணு ஆற்றல் தேவைகளை

நிறைவேற்ற முடியாது. எனவே, வேறு எரிப்பொருள் களைப் பயன்படுத்தும் அணுஉலைகளை அமைப்பது இன்றியமையாததாகிறது. இயற்கையில் தோரியம் என்ற வளமுடைய பொருள் (Fertile material) இந்தியாவில் கேரளக் கடற்கரையில் கிடைக்கிறது. இதை அணு உலையின் எரிபொருளாக மாற்றவியலும். தோரியத்தை அணுஉலைகளில் இடுவதின் வாயிலாக யுரேனியம்-233 எரிபொருள் கிடைக்கிறது.

யுரேனிய அணுஉலைகளில் எரிபொருள் சுற்றையில் (Fuel bundles) புளூட்டோனியம் 239 உண்டாகிறது. இதைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து மற்றொரு வேக நியூட்ரான் (Fast Neutron Reactor) அணுஉலைக்கு எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இந்த புளூட்டோனிய அணுஉலையில் இயற்கைத் தோரியத்தைப் புகுத்துவதால் யுரேனியம்-233 கிடைக்கிறது. இதை எரிபொருளாகக் கொண்டு இயங்கும் அணுஉலைகளில் தோரியம்-235 இடுவதால் யுரேனியம்-233 மேலும் கிடைக்கிறது. இந்நிலையில், எரிபொருள் அழிய அழியப் புதிய எரிபொருள் மேன்மேலும் கிடைத்துக்கொண்டே இருக்கும். எனவே இந்தியாவின் நீண்டகால அணுஆற்றல் வளர்ச்சி தோரியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு செயல்படத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

அணு ஆற்றலின் பயன்கள்

அணுஉலைகளிலிருந்து வெளிவரும் அணு ஆற்றலைக் கொண்டு ஏராளமான மின்னாற்றல் உற்பத்தி செய்யும் அணுமின் நிலையங்கள் இப்போது உலகின் பல நாடுகளிலும் நிறுவப்பட்டு வருகின்றன. அணுப்பிணைப்பு நிகழ்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் பணியில் வெற்றி கண்டுவிட்டால், ஏராளமாகக் கிடைக்கும் அய்ட்ரஜனைக் கொண்டு உலகின் ஆற்றல் தேவைகளுக்கு நிலையான தீர்வு காணலாம். இம்முறையிலுள் இயற்பியல் (Physics) பொறியியல் (Engineering) சிக்கல்கள் யாவும் இன்னும் தீர்க்கப்படவில்லை. அணுஉலைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கதிர் ஓரிடத்தனிமம் உடற்கூறு இயல், தாவரவியல், மருத்துவம், விவசாயம், தொழில்துறை போன்ற பல துறைகளில் பெரிதும் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

கு.மு.

நூலோதி

1) 'அணுவைப்பற்றி' பம்பாய்த் தமிழ்ச் சங்க வெளியீடு, 1968.

2) *The World Book Encyclopaedia*, Vol. 14, Published by World Book Childcraft International, Inc, 1980.

3) *Nuclear India*, June-July 1983, Special Issue.

4) *Encyclopedia Americana* Vol. 20-1976

5) *Times of India*, Directory and Year Book 1980-81

6) *Source Book of Atomic Energy*-East West Press-1977

7) *Survey of Indian Industry*-1983-The Hindu

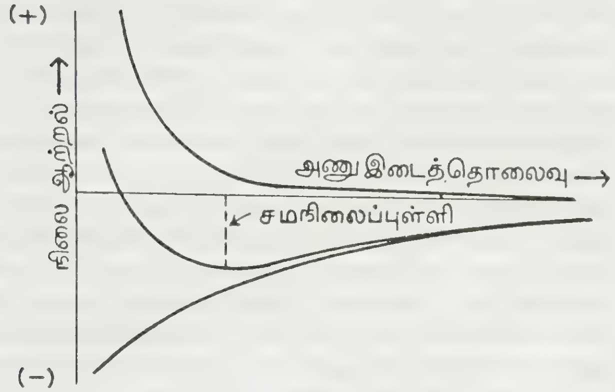
அணு இடைவிசையும் மூலக்கூறு இடைவிசையும்

அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே நிலவும் கவர்ச்சி விசை, விலங்கு விசைகளை முறையே அணுஇடை விசை என்றும், மூலக்கூற்று இடைவிசை என்றும் அழைக்கலாம்.

அணு இடைவிசைகள் (Interatomic forces)

ஒரு திண்மப்பொருளிலுள்ள அணுக்கள் அனைத்தும் அவற்றிற்கிடையே செயல்படும் அணுஇடைவிசைகளால் கட்டுண்டுள்ளன. அணுக்களிடையே நிலவும் விசைகளின் வலிமை அத்திண்மப் பொருளின் வெப்பநிலை (Temperature) யையும் வெளி அழுத்தத்தையும் பொறுத்து மாறுதல் அடைகிறது. அணு இடைவிசைகளுக்குள் கவர்ச்சி விசை (Attractive force) என்றும் விலக்கு விசை (Repulsive force) என்றும் இரு வகை உண்டு. ஒரு திண்மப் பொருள் சமநிலையில் இருக்கும் போது அணுக்களுக்கிடையே நிலவும் கவர்ச்சி விசை விலக்கு விசைக்குச் சமமாகிறது. அப்போது திண்மப் பொருளில் உள்ள அணுக்கள் ஒரே சீரான இடைவெளியுடன் அமைந்திருக்கும்.

இரு அணுக்கள் ஒன்றை ஒன்று விலகி முடிவிலித் தொலைவில் (Infinity) இருக்கும்போது அவற்றில் நிலை ஆற்றல் சுழி (Zero) எனக் கொள்ளப்படுகிறது. உண்மையில் இத்தொலைவு படிகங்களில் நானோ மீட்டரின் (Nano-meter) பதின்மடங்கு அளவினதாக இருக்கலாம். அணுக்கள் ஒன்றை நோக்கி ஒன்று நெருங்கும்போது அவற்றுக்கிடையே கவர்ச்சி விசை செயலாற்றத் தொடங்குகிறது. கவர்ச்சி விசைக்குள்ளாகும் அணுக்களின் நிலைஆற்றல் அவை தாமே பணி செய்வதன் காரணமாகச் சுழிநிலைக்குக் கீழே (Negative) தள்ளப்படுகிறது. அவை மேலும் ஒன்றாக நெருங்குகையில் விலக்குவிசை செயலாற்றத் தொடங்கி, நிலை ஆற்றல் சுழி நிலைக்கு மேலே உயர்த்தப்படுகிறது. படம்-1இல் கவர்ச்சி ஆற்றல், விலக்கு ஆற்றல்களின் கூடுதல் எவ்வாறு அணு இடைத் தொலைவுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது என விளக்கப்பட்டுள்ளது. வெளி அழுத்தத்தைக் (External pressure) கூட்டும் செயல் ஒரு திண்மப் பொருளின் அணுக்கள் நெருங்கி வருவதற்குக் காரணமாகிறது. வெப்பநிலையைக் கூட்டும் செயல் அணுக்களின் இயங்கு ஆற்றலை (Kinetic energy) அதிகரிக்கச் செயல் முடிவில் பிரிவினைக்குக் (Dissociation) காரணமாகிறது.



படம் 1. அணு இடைநிலை ஆற்றல் விளக்கப்படம்

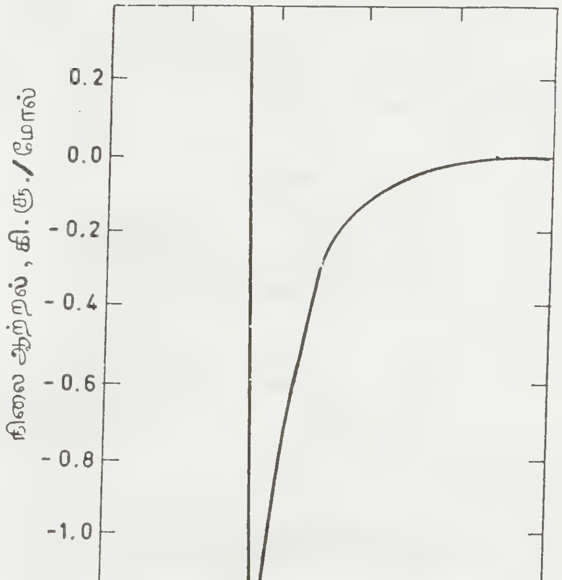
மேற்சொன்னவை அணுக்களின் பிணைப்பைப் (Bonding) பற்றிய பொது விளக்கமாகும். உண்மையில் பலவகையான அணு இடை விசைகள் உள்ளன. அயனித் திண்மப் பொருள்களில் (Ionic solids) அணுக்கள் எலக்ட்ரான்களை மாற்றம் செய்து கொண்டு அயனிகளாகின்றன. ஒரே வகை மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளுக்கிடையில் விலக்கு விசையும், எதிர்வகை மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளுக்கிடையில் கவர்ச்சி விசையும் செயல்படுகின்றன. அவற்றினூடே செயல்படும் கவர்ச்சி, மற்றும் விலக்கு நிலைமின் விசைகளின் (Electrostatic force) கூடுதல் அணுத் தொகுப்புக்கு இடையே நிலையான கவர்ச்சி விசையை ஏற்படுத்துகின்றது. அயனிகளைச் சுற்றியுள்ள எலக்ட்ரான் முகில்படலங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று படியும்போது விலக்கு விசை எழுகிறது.

இணைப்பிணைப்புத் திண்மப் பொருள்களில் (Covalent solids) நிலவும் கவர்ச்சி விசை அயனித் திண்மப்பொருள்களினின்று மாறுபட்டது. கரிம வேதியியல் (Organic chemistry) சேர்மங்கள் (Compounds) பலவும் இணைப் பிணைப்புகளால் ஆனவை. இவ்வகை வேதியியல் பிணைப்பில், அணுக்கள் தம் விளிம்போரத்து எலக்ட்ரான்களைப் பகிர்ந்து (Share) கொள்கின்றன; பிணைப்பில் ஈடுபடும் எலக்ட்ரான் இணைகளின் தற்சுழற்சிகள் நேர்-எதிராக அமைந்து பரிமாற்ற வினைக்கு உட்படுகின்றன. இதன் விளைவாகக் கவர்ச்சி விசை ஏற்படுகிறது. அயனித் திண்மப்பொருள்களைப் போலவே, இணைப்பிணைப்புத் (Covalent) திண்மப் பொருள்களிலும் எலக்ட்ரான் முகில்படலங்கள் ஒன்றின் மீது ஒன்று படியும் போது விலக்குவிசை ஏற்படுகின்றது.

உலோகத் திண்மப் பொருள்களில் காணப்படும் பிணைப்பு விசை பல விசைகளின் கலப்பாக உள்ளது. நேர்மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளுக்கும் எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையே நிலைமின் கவர்ச்சிவிசை (Electro-static force) செயல்படுகிறது. நேர்மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகள் தமக்கிடையிலும், எதிர்மின்னேற்றம் கொண்ட முகில் படலங்கள் (Cloud) தமக்கிடையிலும் விலக்கு விசையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. உலோகத் திண்மப் பொருள் அணுக்களின் விளிம்பு எலக்ட்ரான்கள் (Valence electrons) கட்டுண்டவை அல்ல. அவை ஓர் அணுவிலிருந்து மற்றோர் அணுவிற்குத் தொடர்ந்து தாவிச் செல்கின்றன. சில நேரங்களில் சில அணுக்களில் புகலிடம் பெறுகின்றன. மேற்சொன்ன கருத்துகள் உலோகத் திண்மப் பொருள்களில் நேர்மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகள் விடுதலையாகச் செயல்படும் எலக்ட்ரான் முகில்படலத் தொகுப்பினூடே நிலைத்திருக்கின்றன என்ற கற்பனைக்கு வழிகோலுகின்றன.

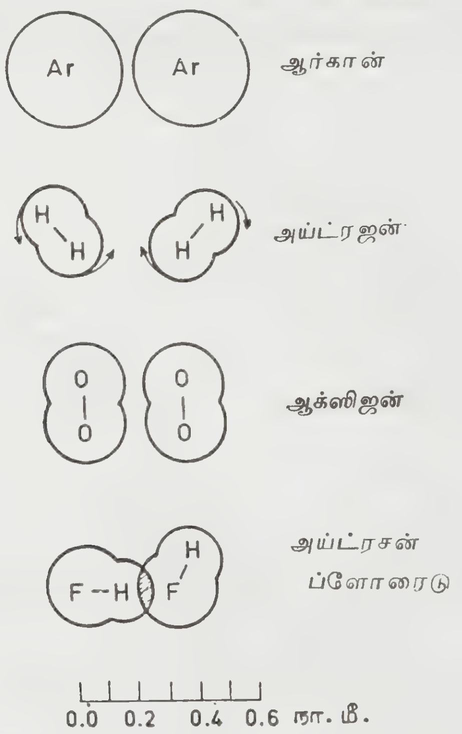
மூலக்கூற்று இடைவிசைகள்

மூலக்கூறுகளுக்கு இடையில் சில நானோமீட்டர் (Nanometer) தொலைவிற்குள் செயல்படும் இவ்விசைகள் வேதியியல் பிணைப்புகளைப் போலவோ, மின்னேற்றம் கொண்ட துகள்களுக்கு இடையே செயல்படும் நிலைமின் விசையைப் போலவோ வலிமை கொண்டவை அல்ல. இருப்பினும், மூலக்கூற்று விசைகள் திண்ம, நீர்ம, வளிமப் பொருள்களின் இயற்பியல் பண்புகள் பலவற்றிற்கு அடிப்படையாக அமைவதால் கவனத்திற்குரியன. உயிரியல் மூலக்கூறுகள் (Bio-molecules), பாலிமர் (Polymer), சிறிய மூலக்கூறுகளின் முப்பரிமாணக் கூட்டமைப்பு (3D-array) ஆகியவற்றிற்கு மூலக்கூற்று இடைவிசைகளே அடிப்படையாக விளங்குகின்றன.



படம் 2. இரு ஆர்கான் அணுக்களிடையே செயல்படும் மூலக்கூறு ஆற்றல்

மூலக்கூற்றுத் திண்மப் பொருள்களில் (Molecular soilds) அயனிகள் மின்னேற்றமோ, எலக்ட்ரான் இரட்டைகளின்பரிமாற்ற வினையோ கவர்ச்சிவிசைக்குக் காரணமாகவில்லை. மாறாக அணுவைச் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரான்களின் இயக்கத்தால் தூண்டப்படும் மின் இருமுனைப்பு (Electric dipole) அணுக்களிடையே வாண்டர்வால் விசை (Van-derwall force) ஒன்றை ஒன்று அழுத்தும்போது விலக்குவிசை தோன்றுகிறது. படம் 2 இல் மூலக்கூற்றுத் திண்மப் பொருளுக்கு எடுத்துக்காட்டாக, இரண்டு ஆர்கான் (Argon) அணுக்களின் இடையே செயல்படும் நிலை ஆற்றல் காட்டப்பட்டுள்ளது, ஆர்கான் அணுக்கள் மின்னேற்றம் அற்று நடுநிலையில் (Neutral) விளங்குகின்றன. சுமார் 0.38 நா.மீ. தொலைவில் ஆர்கான் அணுக்கள் நெருங்கும்போது அவற்றிற்கிடையே விளையும் நிலை ஆற்றலும் அதே தன்மை கொண்டுள்ளது. அவற்றின் ஆற்றல் அளவுகளும் தொலை அளவுகளும் சிறிது மாறுபடலாம். மூலக்கூறுகளின் ஆற்றல்-தொலைவு உறவு அணுக்களுக்கிடையே செயல்படும் ஆற்றலைப் போல (படம் 1) அமைந்திருப்பினும் சில சிக்கலான மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்பு (Structure) அவை ஒன்றுடன் ஒன்று சாய்ந்துள்ள கோணத்தையும் இடைவெளியையும் பொறுத்து உருவமைக்கப்படுகின்றது. (படம் 3)



படம் 3. வாண்டர்வால் மூலக்கூறு அமைப்புகள்

மூலக்கூற்று இடைவிசைகளின் அடிப்படையை அறிய அணுக்களினிடையே செயல்படும் இயக்கத்தை அறிதல் இன்றியமையாததாகிறது. குவாண்டம் இயக்கவியல் (Quantum machanics) இதற்கு உறுதுணையாக அமைகிறது. அணுக்கருவைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் எலக்ட்ரான்கள் மிகுந்த வேகத்தில் வலம் வரும்போது மின்னேற்ற அடர்த்தி (Charge density) சுற்றுப்பாதையில் அவ்வப்போது சிறிது மாறுதல் அடைகிறது. இட மாற்றம் அருகிலுள்ள எலக்ட்ரான்களைப் பாதிக்கின்றது. இதனால் எலக்ட்ரான் முகில் படலங்களின் மையப்புள்ளிகள் மாறி மாறி இடப் பெயர்ச்சி அடைந்து கொண்டே இருக்கின்றன. இரண்டு அணுக்களிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் இயக்கங்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று இசைந்து முடிவில் இழுவிசை ஒன்றை ஏற்படுத்தி அணுக்களின் தொகுப்பாகிய மூலக்கூறுகளை நிலைகொள்ளச் செய்கின்றன. இவ்வகை இழுவிசையைக் கற்பித்துக் கூறிய அறிவியல் அறிஞரைச் சிறப்பிக்கும் வகையில் இதனை ''இலண்டன் இடை வினை'' (London interaction) என அழைப்பதுண்டு.

பொருள்களின் பேரியல் பண்புகளை (Bulk properties) மூலக்கூற்று விசை எனக் கொண்டு விளக்கலாம். மூலக்கூற்று இடைவிசைகளின் விளைவாக நீர்மங்களின் பாகு நிலை (Viscosity), பரப்பு இழுவிசை (Surface tension), விரவல் தன்மை (Diffusion) ஆகிய இயற்பியல் பண்புகள் உருவெடுக்கின்றன. மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே செயல்படும் விலக்கு விசையில் வலிமை கூடுவதின் காரணமாகச் சில நீர்மப் பொருள்கள் அதி அழுத்தப் பண்பைப் (High compressibility) பெற்றுள்ளன. மேலும் மூலக்கூற்று விசைகள் அருகிலும் தொலைவிலும் உள்ள மூலக்கூறுகளை ஒரே சீரான வரிசையில் இடம் பெறச் செய்து பல படிகத் திண்மங்கள் (Crystalline solids) உருவாக்கக் காரணமாகின்றன.

சி. சு.

நூலோதி

Maurice J. Sinnot, *The Solid State for Engineers*. John-Wiley & Sons, Inc, Tokyo Japan, 1958.

அணு இயற்பியல்

அணுக்களின் கட்டமைப்பு, பண்புகள் ஆகியவற்றை விளக்குவதே அணு இயற்பியலாகும். மேலும் அணு இயற்பியல் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான் (Electron), புரோட்டான் (Proton) போன்ற துகள்களையும் அவற்றின் பண்புகளையும் விளக்குகிறது. இவ்வியலின் உதவியால் அணுக்களின் கட்டமைப்பு, நிறமாலை, திண்மப்பொருள்களின் பண்புகள் ஆகியவற்றை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது.

தனிமங்களும் சேர்மங்களும்

அணு என்பது ஒரு தனிமத்தின் தனித்தன்மையைக் காட்டக்கூடிய மிகச் சிறிய பருப்பொருள் ஆகும். இந்த அணுவை மேலும் பகுக்க இயலாது என்று டால்டன் (J. Dalton) என்ற அறிஞர் *1803* ஆம் ஆண்டிலேயே

அறிவித்தார். இயற்கையில் 92 வகையான அணுக்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் மிகவும் கனமானது யுரேனியம் (Uranium) என்ற தனிமம் ஆகும். எளிமையானது அய்ட்ரஜன் ஆகும். தனிமங்களின்றி உலகில் காணப்படுகின்ற நீர் போன்ற இன்னபிற சேர்மப் பொருள்களும் (Compound), மூலக்கூறுகளால் ஆனவையாகும். மூலக்கூறுகள் (Molecules) அனைத்தும் பல வகையான அணுக்களின் பிணைப்பாகும். எனவே இந்த அணுவும், மூலக்கூறும் உலகில் உள்ள எல்லா வகையான உயிருள்ள, உயிரற்ற, நிறமுள்ள, நிறமற்ற, திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளில் உள்ள பொருள்களின் கட்டமைப்பிற்குக் காரணமாக இருக்கின்றன. இந்த அணுக்கள் இன்றைக்கு நமக்குக் கிடைக்கக்கூடிய மிகத் திறன்மிக்க நுண்பெருக்கி மூலமாகக் கூடப் பார்க்க இயலாத அளவிற்கு மிகவும் நுண்ணியவை. ஓர் அணுவின் அளவு 10^{-10} மீட்டர் என்ற நெடுக்கையில் உள்ளது.

அணுவின் அளவு

ஓர் அணுவின் நிறை மிகக் குறைவானதாகும். ஒரு கிராம் அய்ட்ரஜன் வளிமத்தில் 6×10^{23} அணுக்கள் உள்ளன. அதாவது ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவின் எடை 1.67×10^{-27} கிலோகிராம். இச்சிறிய அளவுகளைக் கணக்கிடுவது கடினம் என்பதால் ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவின் நிறையை 16 எனக் கொண்டு மற்ற அணுக்களின் எடை கணக்கிடப்பட்டது. இந்த அளவு முறைக்கு ஒரு அணு நிறை அலகு (அ.நி.அ.) என்று பெயர். இவ்வாறு கணக்கிட்டதில் தனிமங்களின் அணு நிறைகள் ஏறக்குறைய முழு எண்களாகவே அமைந்துள்ளன. 1962 ஆம் ஆண்டு முதல் ஆக்சிஜனை நீக்கிவிட்டு ஒரு கரி (Carbon) அணுவின் நிறை 12 எனக் கொண்டு மற்ற அணுக்களின் நிறை கணிக்கப்படுகிறது. இந்த அலகின்படி ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவின் நிறை 1.007825 அ.நி.அ.வும் ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவின் நிறை 15.994915 அ.நி.அ.வும் ஆகும். அணுக்களின் அளவைக் காண்கையில், மிகச் சிறியதான அய்ட்ரஜன் அணுவின் விட்டம் (Diameter) 1.35×10^{-8} செ.மீ. ஆகும். எல்லா அணுக்களின் அளவும் இதே நெடுக்கையில் காணப்படுகின்றன.

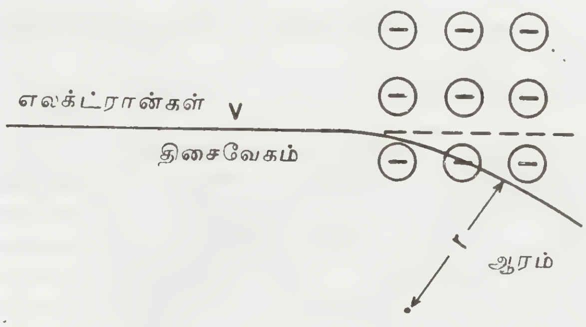
அணுவின் மின்குணம்

அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் மின்னேற்றம் (Charge) எதுவும் இல்லாமல் நடுமின் நிலையில் உள்ளன. பாரடேயின் மின் பகுப்பு பற்றிய ஆய்வுகளிலிருந்து சில முக்கிய உண்மைகள் தெரிய வந்தன. எந்தவொரு தனிமத்தின் அணுவும் குறிப்பிட்ட ஒரே அளவு நேர் மின்னேற்றத்தைக் கொடுக்கவோ அல்லது அதே அளவு எதிர் மின்னேற்றத்தை ஏற்கவோ கூடியதாக இருக்கின்றது என்பதும், அதன் மதிப்பு 1.602×10^{-19} கூலும் என்பதும் அவ்வுண்மைகளாகும். பாரடேயைத் தொடர்ந்து க்ரூக்ஸ் (W. Crookes) என்பார் தன் ஆய்வுகளினால் இவ்வுண்மைகளை உறுதிப்படுத்தியதோடு, அணுவிலிருந்து எதிர்மின்னூட்டமுடைய ஒரு துகளைப் பிரித்தெடுத்து, அதுவே அணுவின் கட்டமைப்பில் பங்கேற்றுள்ள எதிர்மின்னேற்றமுடைய பகுதி என்றும் தெளிவுபடுத்தினார்.

எதிர் மின் கதிர்கள்

வில்லியம் க்ரூக்ஸ் (William Crookes) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி ஒரு குழாயில் (Discharge tube) வெற்றிடத்தை (Vacuum) ஏற்படுத்தி மின்னிறக்கம் செய்து ஆய்ந்தார். அப்போது எதிர்மின் வாயிலிருந்து (Cathode) ஒளி வீச்சுடன் ஒரு வகைக் கதிர்கள் பாய்வதைக் கண்டார். அவற்றிற்கு எதிர்மின்வாய்க் கதிர்கள் (Cathode rays) என்று பெயர்.

ஜோசப் ஜான் தாம்சன் (Joseph John Thompson) என்ற ஆங்கில அறிவியலார் எதிர்மின்வாய்க் கதிர்களை முறையாக ஆராய்ந்து அவை எதிர்மின்னூட்டமுடைய நுண்ணிய துகள்கள் என்று அறிந்தார். இத்துகளே இன்றைக்கு எலக்ட்ரான் என அழைக்கப்படுகின்றது. இதன் தன்மை எதிர்மின்வாயின் தன்மையையோ அல்லது மின்னிறக்கக் குழாயில் உள்ள வளிமத்தின் தன்மையையோ சார்ந்ததன்று. எலக்ட்ரான்கள் எல்லா அணுக்களிலும் அமைந்துள்ளன என்பதை இது தெரிவிக்கின்றது.



$$Bev = \frac{mv^2}{r}$$

$$\frac{\text{மின்னேற்றம்}}{\text{எடை}} \quad \frac{e}{m} = \frac{v}{Br}$$

படம் 1

தாம்சன் எலக்ட்ரான்களின் மின்னேற்றத்தையும் எடையையும் கண்டறிவதற்காக ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார் (படம் 1). ஒரு காந்தப் புலத்தினுள் எலக்ட்ரான்களைச் செலுத்தி அவற்றின் போக்கில் ஏற்படும் விலக்கத்தைக் கொண்டு எலக்ட்ரானின் மின்னூட்டத்திற்கும் நிறைக்கும் உள்ள தகவைக் (Ratio) $\frac{e}{m}$

எனக்கண்டறிந்தார். மில்லிகன் (R.A. Millikan) என்ற அறிஞர் எலக்ட்ரானின் மின்னூட்டத்தைக் (e) கண்டறிந்தார்.

ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவின் எடை 1.67×10^{-27} கிலோ கிராம் ஆகும். எனவே ஓர் எலக்ட்ரானின் எடை ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவின் எடையில் 1837 பங்கில் ஒன்று ஆகும்.

$$\text{எலக்ட்ரானின் எடை} = \frac{\text{அய்ட்ரஜன் அணு எடை}}{1837}$$

இந்த எலக்ட்ரான்களே, வேதியியல் பிணைப்பிற்கும், உலோகங்கள் மின்கடத்துவதற்கும், வெப்பம் கடத்துவதற்கும் காரணமாயிருக்கின்றன. குறைக் கடத்திகளின் கட்டுப்பாடான கடத்தும் தன்மைக்கும் இந்த எலக்ட்ரான்களே பெரிதும் காரணம் எனலாம். தனிமங்களின் தனிச்சிறப்பியல்பு மிக்க நிறமாலைகள், காந்தப் பண்புகள், படிக அமைப்பு, மின் கடத்தாப் பொருள் தன்மை போன்ற திண்மப் பொருள்களின் இயற்பியல் பண்புகள் ஆகியவற்றை எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டே விளக்க முடிகின்றது.

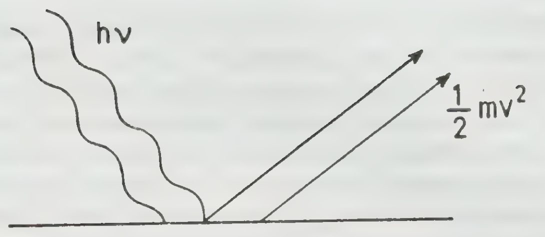
இந்த எலக்ட்ரான்கள் பல வழிமுறைகளினால் ஒரு பொருளைவிட்டு வெளியேறலாம். அவற்றுள் முக்கியமான இரண்டு வழிகளாவன:

1. ஒளிமின் விளைவு (Photo Electric Effect)
2. வெப்ப அயனி உமிழ்வு (Thermionic Emission)

ஒளிமின் விளைவு

ஓர் உலோகத்தின் மீது ஒளியைப் பாய்ச்சும்பொழுது அதிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுவது 1888 இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வெளிப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஒளியின் செறிவினைப் (Intensity) பொறுத்தது. ஆனால் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் ஒளியின் அதிர்வு எண்ணைப் (Frequency) பொறுத்தே உள்ளது. அதாவது பாய்ச்சப்படும் ஒளியின் அதிர்வு எண் மிகுதியாகும்போது வெளிப்படும் துகள்களின் ஆற்றலும் மிகுதியாகின்றது. மேலும் ஒளியின் அதிர்வு எண் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பிற்கு மேற்படும்போது மட்டுமே ஒளிமின்விளைவு ஏற்படுகிறது. இந்த ஒளிமின் விளைவிற்கு முறையாக விளக்கம் தந்தவர் ஆல்பர்ட் அய்ன்ஸ்டீன் (Albert Einstein) என்பவராவார். அவர் 1905 ஆம் ஆண்டு மேக்ஸ் பிளாங்கின் (Max Planck) குவாண்டம் கோட்பாடு (Quantum Theory)களுடன் ஒளிமின் விளைவை விளக்கினார். (படம் 2).

பிளாங்கின் கருத்துப்படி ஒளியானது ஃபோட்டான்கள் (Photons) என்றழைக்கப்படும் சிறிய துகள்களால் ஆனது. மேலும் ஒரு ஃபோட்டானின் ஆற்றல் அதன் அதிர்வு எண்ணைப் பொறுத்தது.



$$h\nu = W_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

படம் 2 ஒளிமின்விளைவு

ஆற்றல் $E = h\gamma$

h — ப்ளாங்க் மாறிலி

γ — அதிர்வு எண்

ஒளியானது ஓர் உலோகத்தின் மீது விழும்பொழுது அதிலுள்ள போட்டான்களின் ஆற்றலே எலக்ட்ரான்களை அணுக்களிலிருந்து பிரிக்கின்றது. எனவே ஒளியின் செறிவு அதிகரிக்கையில், அதாவது ஃபோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கையில், வெளியேறும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கின்றது.

ஓர் அணுவிலிருந்து எலக்ட்ரானைப் பிரிப்பதற்கு ஆற்றல் தேவை. அதற்குத் தேவையான ஆற்றலை w_o எனக் கொண்டால் $h\gamma - w_o$ என்ற வேபறுாடு எலக்ட்ரானின் ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது. எனவே, ஒளியின் அதிர்வெண் அதிகரிக்கையில் வெளியேறும் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றலும் அதிகரிக்கின்றது.

ஒரு ஃபோட்டானின் ஆற்றல் w_oஐ விடக் குறைவாக இருக்கும் போது எலக்ட்ரான் அணுவிலிருந்து வெளியேற வாய்ப்பில்லை.

$$\therefore \quad h\gamma_o = w_o$$
$$\gamma_o = w_o/h$$

எனவே ஃபோட்டானின் அதிர்வு எண் γ_oக்குக் குறைவாக இருக்கும்பொழுது ஒளிமின் விளைவு ஏற்படுவதில்லை. γ_o பயன்தொடக்க அதிர்வு எண் (Thershold Frequency) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

வெப்ப அயனி உமிழ்வு

டங்ஸ்டன் போன்ற உலோகக் கம்பிகளில் மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சிச் சூடேற்றும் பொழுது அதிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுவதை ரிச்சர்ட்சன் (D.W. Richardson) என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்தார். இவ்வாறு வெளிப்படும் எலக்ட்ரான்களுக்கு வெப்ப எலக்ட்ரான்கள் (Thermionic Electrons) என்றும், இந்நிகழ்ச்சிக்கு வெப்ப அயனி உமிழ்வு என்றும் பெயர். இம்முறையில் அமைக்கப்பட்ட வெற்றிடக் குழாய் (Vacuum Tube) எலக்ட்ரான் (Electronics) இயலின் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் துணைபுரிந்தது.

நேர்மின் கதிர்கள் (Positive Rays)

தாம்ஸன் தனது ஆய்வுகளிலிருந்து எலக்ட்ரான்களைத் தவிர மற்றொரு கதிர் நேர்மின்வாயிலிருந்து எதிர்மின்வாயை நோக்கிச் செல்வதைக் கண்டறிந்தார். எதிர்மின்வாயில் துளைகளை அமைத்தபொழுது அக்கதிர்கள் துளைகளின் வழியாக வெளிப்படுவதைக் கண்டார். இக்கதிர்கள் எதிர்மின் வாய்க் கதிருக்கு எதிர்த் திசையில் செல்வதால் நேர்மின்னேற்றம் கொண்டவை என்பது புலனாயிற்று. இக்கதிர்கள் புழைக்கதிர்கள் (Canal Rays) என்றும், நேர்மின்கதிர்கள் (Positive Rays) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. நேர்மின்கதிர்கள் எவ்வாறு உருவாகின்றன என்பதைக் காண்போம். உயர் வேக எலக்ட்ரான்கள். ஊடகத்தைக் கடந்துசெல்லும்போது இடைப்பட்ட அணுக்களுடன் மோதலாம். அப்போது அணுவிலிருந்து ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் வெளியேறலாம். அதனால் அணு மின் நடு நிலைமையிலிருந்து மாறி நேர்மின்னேற்றம் கொண்டதாகின்றது. இப்படிப்பட்ட அயனிகளை நேர்மின் அயனிகள் என்றும், இந்நிகழ்ச்சியை அயனியாக்கம் என்றும் கூறுகிறோம். எனவே, எதிர்மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளும், நேர்மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளும் முறையே எதிர்மின்கதிர்களாகவும் நேர்மின் கதிர்களாகவும் அமைகின்றன. அவை முறையே நேர்மின்வாயையும் எதிர்மின் வாயையும் நோக்கிப் பயணம் செய்கின்றன.

அய்ட்ரஜன் வளிமத்தில் இந்த ஆய்வைச் செய்தபொழுது வெளிப்பட்ட நேர்மின் துகள்கள், எலக்ட்ரான்களின் அளவே மின்னேற்றம் உடையனவாகவும், ஆனால் நேர் மின்னேற்றம் கொண்டவையாகவும் இருப்பதைக் கண்டனர். இத் துகள்களின் நிறை ஓர் எலக்ட்ரானின் நிறையைப்போல் 1837 மடங்கு உள்ளதாகவும் அறியப்பட்டது. இத் துகள்களே புரோட்டான்கள் (Protons) என அழைக்கப்படலாயின. புரோட்டானின் நேர்மின்னேற்றமும் எலக்ட்ரானின் எதிர்மின்னேற்றமும் ஒன்றை ஒன்று ஈடுசெய்து அய்ட்ரஜன் அணுவிற்கு மின் நடு நிலைமை அளிக்கின்றன. எல்லா அணுக்களும் மின் நடு நிலைமையில் இருப்பதால், அணுவிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்கும்.

நியூட்ரான் (Neutron)

புரோட்டானும் எலக்ட்ரானும் அய்ட்ரஜன் அணுவின் அமைப்பை விளக்கினாலும் மற்ற அணுக்களின் அமைப்பை விளக்க முடியவில்லை. 1932 ஆம் ஆண்டில் ஜேம்ஸ் சாட்விக் (James Chadwick) நியூட்ரான் என்ற புதிய துகளும் அணுவில் அமைந்திருப்பதைக் கண்டார். ஒரு நியூட்ரான் ஒரு புரோட்டானின் நிறையை விட 2.5 எலக்ட்ரான் நிறை கூடுதலாகப் பெற்றிருக்கின்றது என்றும், அது நடுமின் நிலைமை வாய்ந்தது என்றும் ஆய்வுகள் தெரிவித்தன. ஹீலியம் அணுவின் நிறை அய்ட்ரஜன் அணுவின் நிறையைப் போல் நான்கு மடங்கு ஆகும். அந்த அணுவில் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. அணுவானது நடுமின் நிலைமை வாய்ந்ததால் எலக்ட்ரான்களின் எதிர்மின்னேற்றத்தை ஈடு செய்ய நேர்மின்னேற்றம் கொண்ட இரண்டு புரோட்டான்கள் இருக்கவேண்டும். மேலும் இரண்டு நியூட்ரான்கள் அமைந்திருந்தால்தான் அந்த அணுவின் நிறை அய்ட்ரஜன் அணுவின் நிறையைப் போல் நான்கு பங்காக இருக்க முடியும்.

அணு எண்ணும் (Atomic Numbers), **அணு நிறை எண்ணும்** (Atomic Mass Number)

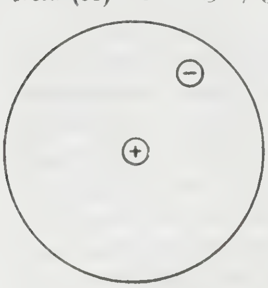
எல்லாத் தனிமங்களின் அணுக்களிலும் எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. அவற்றின் எண்ணிக்கை தனிமத்திற்குத் தனிமம் வேறுபடும். அதனால் தனிமங்களின் பண்புகளும் வேறுபடுகின்றன. ஓர் அணுவானது நடுமின் நிலைமையில் இருப்பதால் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருத்தல் வேண்டும். மேலும் அணுக்கருவில் நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகையில் அணுக்களின் நிறைகள் வேறுபடுகின்றன. ஓர் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் அல்லது புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அணு எண் (Z) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. அணு எண் மாறுபாட்டால் தனிமமும் வேறாகின்றது. காட்டாக, அய்ட்ரஜனின் அணு எண் 1. ஆக்ஸிஜனின் எண் 8. யுரேனியத்தின் அணு எண் 92.

சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

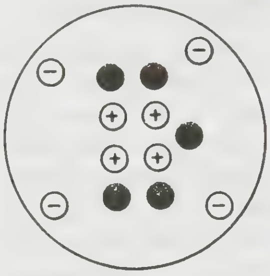
தனிமம்	அணு எண் Z	அணு நிறை எண் A	எலக்ட்ரான்	புரோட்டான்	நியூட்ரான்
அய்ட்ரஜன்	1	1	1	1	0
பெரிலியம்	4	9	4	4	5
ஆக்ஸிஜன்	8	16	8	8	8
யுரேனியம்	92	238	92	92	146

அணுவில் உள்ள புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் மொத்த நிறை எண்ணிக்கை அணு நிறை எண் (A) எனப்படுகிறது.

படம் 3



அய்ட்ரஜன் அணு



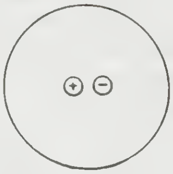
பெரிலியம் அணு

⊕ புரோட்டான் ⊖ எலக்ட்ரான்

● நியூட்ரான்

தனிம அட்டவணை (Periodic Table)

19ஆம் நூற்றாண்டில் சோவியத் அறிவியலாரான டிமிட்ரி மெண்டலீவ் (Dmitri Mendelev) தனிமங்களை அணுநிறை வாரியாகப் பிரித்துத் தனிமங்களின் அட்டவணை ஒன்றினைத் தயாரித்தார். ஒத்த பண்புகளையுடைய தனிமங்கள், எடுத்துக்காட்டாகக் குளோரின், புரோமின், அயோடின் போன்றவை ஒன்று சேர்ந்து அமைவதைச் சுட்டிக் காட்டினார். தனிமங்களின் வேதியியல் பண்புகள் அவற்றின் அணுக்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களைப் பொறுத்து அமைகின்றன என்பது நிறுவப்பட்ட பின்பு தனிமங்களின் அட்டவணை அணு எண் முறையில் மாற்றி அமைக்கப்பட்டது. அதில் ஒவ்வொரு தனிமத்திற்கும் ஒரு கட்டம் உண்டு. முதல் கட்டத்தில் அய்ட்ரஜன் தனிமமும் கடைசிக் கட்டத்தில் யுரேனியம் தனிமமும் உள்ளன.



அய்ட்ரஜன்

டியூட்ரியம்

ட்ரசியம்

⊕ புரோட்டான் ⊖ எலக்ட்ரான்

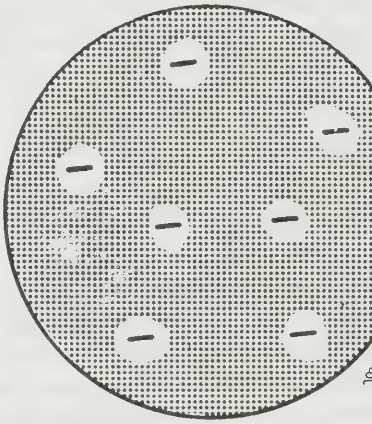
● நியூட்ரான்

படம் 4

அணுப்படிமங்கள் (Atom Models)

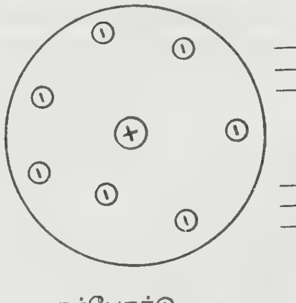
முதன் முதலாக ஜே. ஜே. தாம்சன் அணுப்படிமம் ஒன்றினை அமைத்தார். ஓர் அணுவில் நேர்மின்னூட்டம் சீராக விரவியுள்ள கோளத்தில் எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட எலக்ட்ரான்கள் புதைந்துள்ளன என்று கூறினார். எலக்ட்ரான்களுக்கிடையில் உள்ள விலகு விசையும், அவற்றிற்கும் நேர்மின்னூட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள கவர்ச்சி விசையும் ஒன்றையொன்று ஈடு செய்யும் வகையில் நிலையாக அமைந்துள்ளன என்றார். எலக்ட்ரான்களின் எதிர்மின்னூட்டமும், நேர்மின்னூட்டக் கோளத்தின் நேர்மின்னூட்டமும் ஒன்றையொன்று ஈடுசெய்து அணுவிற்கு மின்நடு நிலைமையை அளிக்கின்றன. தாம்சனின் அணு மாதிரிப் படிவம் அணுவின் நிலைப்புத்தன்மை, அயனியாக்கம், ஒளிமின் விளைவு, மின்காந்த அலைகளின் உமிழ்வு ஆகியனவற்றை விளக்கிக் கூறினாலும், அய்ட்ரஜன் அணுவின் நிறமாலை, ஆல்பாத் துகள் சிதறலின்போது ஏற்படும் அதிகக் கோணவிலக்கம் ஆகியவற்றை விளக்க முடியவில்லை.

இதன்பொருட்டு ரூதர்போர்டு நேர்மின்னேற்றமானது அணு முழுவதும் பரவி இராமல் அதன் மையத்தில் உருண்டு திரண்டு இருக்க வேண்டும் என்று கருதினார். அணுவின் நிறையில் பெரும்பகுதி இம்மையத்தில் அடங்கி இருத்தல் வேண்டும் என்றும், அணு

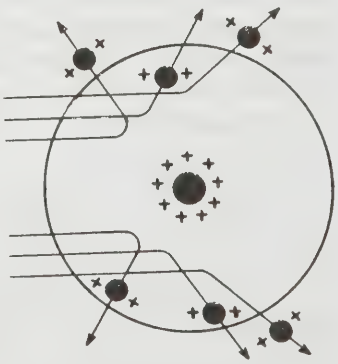


படம் 5

தாம்சன் அணுப்படிமம்



ரூதர்போர்டு அணுப்படிமம்



ரூதர்போர்டின் ஆல்பா சிதறல்

படம் 6

வியுள்ள எலக்ட்ரான்கள் இம் மையத்தைச் சுற்றி வரு கின்றன என்றும் கூறினார் (படம் 6). அணுவின் மையத்தில் உள்ள கோளமே அணுக்கரு அல்லது கரு (Nucleus) எனப்படுகின்றது. இந்த மாதிரிப் படிமத் தைக் கதிரவனுக்கும் அதைச் சுற்றி வரும் கோள்களுக் கும் ஒப்பிடலாம். எலக்ட்ரான்களுக்கும் அணுக்கரு விற்கும் இடையே உள்ள கவர்ச்சி விசையை எலக்ட் ரான்களின் மையவிலகு விசை (Centrifugal force) ஈடு செய்வதால் எலக்ட்ரான்கள் நிலையான வட்டப்பாதை களில் சுற்றி வருவது இயலுவதாகின்றது.

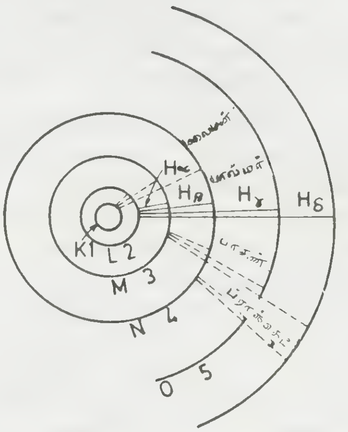
ரூதர்போர்டின் அணுப்படிமம் ஒரு சிக்கலான பிரச் சினையை ஏற்படுத்துகின்றது. தொன்மைக்கால அறி வியல்படி, முடுக்கப்படும் எந்த மின்னூட்டமும் தன் ஆற்றலை இழக்க வேண்டும். இந்த நெறிப்படி, அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான் தொடர்ச்சி யாகத் தன் ஆற்றலை உமிழவேண்டும். இவ்வாறு உமிழப்படும் ஆற்றல் அழிவின்மை விதிப்படி எலக்ட் ரானின் இயக்க ஆற்றலிலிருந்தே வரவேண்டும். இயக்க ஆற்றல் குறையுமானால் அதன் வேகம் குறையும். இத னால் மைய விலகு விசை கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக் குறைவுறுகின்றது. அந்நிலையில் மைய விலகு விசையா னது நிலைமின் ஈர்ப்பு விசையை ஈடுசெய்ய இயலாது போய்விடுகின்றது. அதனால் எலக்ட்ரான் குறைவுறும் மையவிலகு விசையின் தன்மைக்கு ஏற்ப, அணுக்கரு ஈர்க்கப்படுகின்றது. இதன் பொருட்டு எலக்ட்ரான் உட்சுழிவுப்பாதையில் இயங்கி, இறுதியில் அணுக்கரு வோடு இணைந்து அணுக்கருவின் நிலைப்புத் தன் மையை அழித்துவிடுகின்றது. ஆனால் அணுக்களின் நிலைப்புத்தன்மை நிலையானது; உறுதியானது. இதற்காக நீல்ஸ்போர்என்பார் புதியதோர் அணுப் படி மத்தை வெளியிட்டார்.

இவருடைய கருத்துப்படி எலக்ட்ரான்கள் அணுக் கருவை அனுமதிக்கப்பட்ட வட்டப்பாதைகளில் மட்டுமே சுற்றி வருகின்றன. அவ்வாறு சுற்றி வரும் பொழுது எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றலை வெளிவிட வேண்டியதில்லை. மேலும் அந்தச் சுற்றுப் பாதை களில் எலக்ட்ரானின் கோண உந்தம் $\hbar$ இன் பின்ன மற்ற ஒரு முழு எண்ணின் மடங்காக இருக்க வேண்டும் என்றும் கற்பிக்கப்பட்டது.

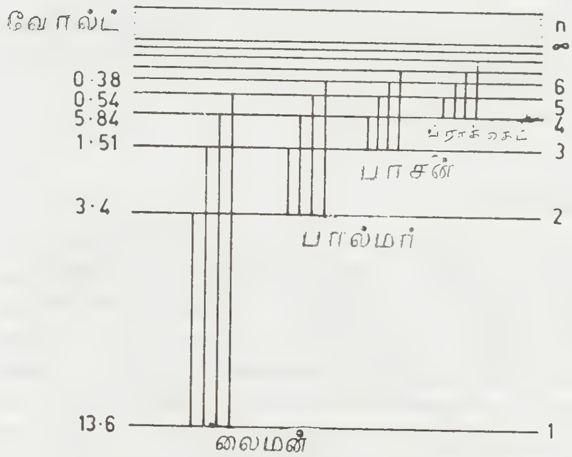
ஓர் அனுமதிக்கப்பட்ட வெளிச் சுற்றுப் பாதை யிலிருந்து மற்றோர் அனுமதிக்கப்பட்ட உட்சுற்றுப் பாதைக்கு எலக்ட்ரான் தாவும்பொழுது ஆற்றலானது வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது. E_1, E_2 என்பன உட் சுற்றுப் பாதையிலும் வெளிச் சுற்றுப் பாதையிலும் எலக்ட்ரான் இயங்கும்போது அலை பெற்றிருக்கும் மொத்த ஆற்றல் எனில், எலக்ட்ரான் தாவும்போது உமிழப்படும் ஆற்றலின் அளவு $E_1 - E_2$ ஆகும். இது மின் சார்ந்த அலையாக வெளியேறுமானால் அதன் அதிர்வெண்ணை

$$\gamma = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலியாகும்.



அய்ட்ரஜன் நிறமாலையின் சுற்றுப் பாதை



அய்ட்ரஜன் நிறமாலை ஆற்றல் நிலைகள்

இக்கருத்துகள் அணுநிறமாலைகளை முறையாக விளக்கவல்லனவாக இருக்கின்றன. அய்ட்ரஜன் அணு வின் நிறமாலையை மேலும் ஆராய்ந்தபொழுது முன்னர் கண்டுபிடித்த அலைமாலைக் கோடுகளுடன் பல நுண்ணிய கோடுகளும் (Fine Structural lines) கண்டறியப்பட்டன. மேலும் அணு நிறமாலையானது காந்தப்புலத்தாலும், மின்புலத்தாலும் மாற்றம் அடை வதும் காணப்பட்டது. இம்மாறுதல்கள் முறையே சீமன் விளைவு (Zeeman Effect) என்றும், ஸ்டார்க் விளைவு (Stark Effect) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. மேலே கூறிய விளைவுகளைப் ‘‘போர்’’ அணுப்படிமத் தினால் விளக்க முடியவில்லை.

வெக்டார் அணுப்படிமம்

வெக்டார் அணுப்படிமம் (Vector Atom Model) அறிவியலறிஞர்களால் உருவாக்கப்பட்டது. எலக்ட்

ரான்களின் சுற்றுப் பாதைகள் ஏற்கனவே வரையறுக்கப் பட்டுவிட்டன. இப்புதிய கொள்கைப்படி சுற்றுப் பாதைகளின் திசையமைவுகள் முப்பரிமாணத்திலும் வரையறுக்கப்பட்டன (Space Quantization). மேலும் எலக்ட்ரான் அணுவைச் சுற்றி வலம் வரும்பொழுது தன்னைத் தானே சுற்றிக் கொள்கிறது எனக் கூறப்பட்டது (Electron spin). இது கதிரவனைச் சுற்றும் பூமி தன்னைத் தானே சுற்றுவது போல ஆகும்.

இந்த அணு மாதிரிப் படிமத்தின் எலக்ட்ரான்கள் குவாண்டம் எண்களால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. ஓர் எலக்ட்ரானின் நிறை இக்குவாண்டம் எண்கள் மூலம் குறிக்கப்படுகின்றது. ஓர் எலக்ட்ரானின் குவாண்டம் எண்கள் சேர்ந்து ஒரு குவாண்டம் நிலையை (Quantum state) வரையறுக்கின்றன.

இ. சா.

நூலோதி

1. ''அணுவைப்பற்றி''-விஞ்ஞானத் தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், பம்பாய்த் தமிழ்ச் சங்கம், பம்பாய் 1968.
2. S. Glasstove, ''*Source Book on Atomic Energy*''—East-West Press, New Delhi 1970.
3. F. K. Richtmyer et al, ''*Introduction to Modern Physics*'', Tata Mc Graw-Hill, New Delhi 1969.

அணுஉலை

அணுக்கரு இயக்கம் (பிளவு அல்லது பிணைப்பு) (Nuclear Reaction—Fission or fusion) தொடர்ந்து நடைபெற்று மிக அதிகமான அளவு வெப்பத்தைத் தோற்றுவித்து அதன் வழியாக மற்ற சக்தி வடிவங்களைப் பொதுவாக நீராவியினைப் பெறும் சாதனங்களின் ஒருங்கிணைப்பே (அமைப்பு) அணு உலையாகும். இந்நீராவியினைக் கொண்டு மின்சாரத்தை-புதைபடிவு எரிபொருளை (Fossil fuel) எரித்துப் பெறும் நீராவியினால் மின்சாரம் பெறுவது போன்றே-பெறுவார்கள். அணுக்கரு உலை அணு உலை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கு அணு அடுக்கு அமைவு (Atomic pile), அணுக்கரு அடுக்கு அமைவு (Nuclear pile) என்ற வழக்கற்றுப்போன பெயர்களும் உண்டு.

1970 நடுவிலிருந்து மின் ஆக்கத்திற்குப் பயன்படும் முறையில் அணுப்பிளவு வகை அணு உலைகள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. அணுப் பிணைப்பு வகை அணு உலைகள் கட்டுவதற்காக வேகமாக ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. கீழ்க்கண்ட கட்டுரையில் இவ்விரு பெரிய உலைகளின் வகையினைப் பற்றிக் கூறப்படும்.

அணுப்பிளவு உலைகள் (Nuclear fission reactors)

அணுக்கருப் பிளவு இயக்கத்தின் சக்தியினை இயங்கும் பொருளுக்கும் (Reactants), அவ்வாறு இயங்கிய பின்விளைந்த பொருளுக்கும் (Products) உள்ள பொருள் அளவு வேறுபாட்டினைக் கொண்டு, அய்ன்ஸ்டீன் விதி வழியாகக் கணக்கிடலாம். $\triangle E = \triangle m C^2$

இதில் E என்பது சக்தி (Energy), இதை எர்கில் கணக்கிட்டும், m என்பது பொருளளவு (Mass), இதைக் கிராமில் கணக்கிட்டும், C என்பது ஒளியின் வேகம் (Velocity), இதை சென்டிமீட்டர்/நொடி எனக் கணக்கிட்டும் கண்டறியலாம். எடுத்துக்காட்டாக இந்தச் சமன்பாட்டில்பொருளளவு வேறுபாடு (Mass difference) $\triangle m = 0.2058$ அ.பொ.அ. (a.m.u) (அணுப் பொருளளவு அலகு (atomic mass unit) எனக் கொண்டால், $\triangle E = 931$ மி. எ. வோ / அ. பொ. அ $\times$ 0·2058 அ. பொ. அ $=$ 191.6 மி.எ.வோ. (Mev). (மி.எ.வோ-மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட்). பலவகையான அணுப்பிளவு இயக்கங்களில் சராசரிச் சக்தி வெளிப்பாடு 200 மி எ.வோ ஆக இருக்கும். இச்சக்தி அணுப்பிளவு முறையில் (Fission process) கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

இயக்கசக்தி (Kinetic energy) பிளவுத்துண்டுகள் (Fission fragments) வழியாக	165	மி.எ.வோ.
கதிரியக்க வீழ்ச்சிச் சக்தி (Radio active decay energy)	23	,,
நியூட்ரான்களின் இயக்க சக்தியாக (Kinetic energy of neutrons)	5	,,
உடனடி காமாக் கதிர்ச்சக்தி (Prompt gamma ray energy)	7	,,

வேதியியல் இயக்கத்தில் (Chemical reaction) சக்தி ஏறத்தாழ சரியாக 3-4 எ. வோ. (எலக்ட்ரான் வோல்ட்) ஆகும். இந்த அளவு அணுக்கரு இயக்கத்தில் வியக்கத்தக்க அளவில் குறைவானதாகும். குறிப்பிட்ட அளவு எடையுள்ள கார்பனை எரித்துப் பெறப்படும் சக்தியைப் போன்று 2.5 மில்லியன் மடங்கு சக்தியினை அதே அளவு எடையுள்ள 235 U பிளவினால் பெறலாம். சக்தி (ஆற்றல்) தோற்றுவித்தலில், பிளவின் முக்கியத்துவம் இரு உண்மைகளில் அடங்கியுள்ளது.

1) மிக்க அதிகமான அளவு சக்தி 'பிளவு இயக்கத்தில்' (Fission reaction) வெளிப்படுகிறது.

2) அதிகப்படியான நியூட்ரான் வெளிப்பாடு தொடர் இயக்கத்தை (Chain reaction) அனுமதிக்கிறது.

இவ்விரு சூழ்நிலைகளும் அணு உலைகளைத் தன் இயல்பான இயக்கங்களுடன் நிகழச் செய்து தொடர்ந்து சக்தி வெளிப்படுமாறு வடிவமைக்க வகை செய்கின்றன.

அணுக்கருப் பிளவு (Nuclear fission) மட்டும் சக்தி வெளிப்படுத்தும் ஒரே ஒரு வகையான அணுக்கரு இயக்கம் ஆகாது. அய்ட்ரஜன் போன்ற இலேசான நியூக்ளைடுகளின் பிணைப்பினால் (Fusion of light nuclides) தோற்றுவிக்கப்படும் எடை அதிகமான தனிமங்களினால் (Heavier elements) கூடச் சக்தியை தோற்றுவிக்கும் முறை உள்ளது.

அணுமின் நிலையங்களில் (Nuclear power plants) தோற்றுவிக்கப்படும் வெப்பம் வேலையில் பயன்படுத்தும் நீர்மத்திறகு (Working fluid) மாற்றப்படுகிறது. இந்த நிலையிலிருந்து அணு மின் நிலையமும் புதைபடிவு எரிபொருள் எரிவித்து மின்சக்தி பெறும் மின் நிலையமும் (Fossil fuelled power plant) ஒன்றே.

பிளவு இயக்கம் (Fission Reaction). அணுப்பிளவில் கனமான அணுவின் கரு (nucleus) இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட துண்டுகளாகப் பிளக்கப்படுகிறது. இவ்வியக்கம் நியூட்ரான் உட்கொள்ளப்படும்போது தொடங்குகிறது. இவ்வியக்கத்தின் மாதிரி எடுத்துக் காட்டு :

$$ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{137}_{56}B_a + {}^{97}_{36}K_r + 2\,{}^{1}_{0}n + \triangle E $$

இவ்வியக்கத்தில் ஒரு 235 U அணு; ஒரு நியூட்ரானை உட்கொண்டு நிலையற்றதாக்கப்பட்டுப் பின்னர் பிளவுண்டு, இரண்டு பிளவுத் துண்டுகளுடன் இரண்டு நியூட்ரான்களை வெளிப்படுத்துகிறது. பலவகையான 235 U பிளவில் இது ஒன்றாகும். பிளவு இயக்கத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை சாதாரணமாக 2 அல்லது 3 ஆகும். பிளவு இயக்கத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட அதிகப்படியான நியூட்ரான்கள் தன்னியல்பான தொடர் இயக்கத்தை (Self-sustaining chain reaction) வழங்குவதற்கு ஆதாரமாக அமைகின்றன. எல்லாச் சக்தி நிலைகளிலுமுள்ள நியூட்ரான்களால், பிளவுபடக்கூடிய நியூக்ளைடுகள், 233 U, 235 U மேலும் 239 Pu ஆகியவை, பிளவுறும் நியூக்ளைடுகள் (Fissile Nuclides) என அழைக்கப்படும்.

அணுக்கரு எரிபொருள்கள் (Nuclear Fuels)

அணுக்கரு எரிபொருள்கள் கீழ்வரும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன: 1) முன்னர் தெரிவிக்கப்பட்ட பிளவுறும் நியூக்ளைடுகள் 2) பிளவுபடும் நியூக்ளைடுகள் (Fissionable Nuclides), 232 Th (தோரியம்), மேலும் 238 U ஆகும். வெப்ப உலைகள் பிளவுறும் நியூக்ளைடுகளை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றன. ஆனால் வேக உலைகள் (Fast reactors) பிளவுபடும் பொருள்களை எரிக்கத்தக்கவாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றன. வேக உலைகளில் சிறிதளவு 232 Thம் 238Uஉம் நேரடியாகப் பிளக்கப்படுகின்றன. இப்பொருள்களின் பெரும்பகுதி நியூட்ரான் உட்கொள்ளப்படுவதால் முறையே 238Uம், 239Puம் ஆக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறாக இவ்வகை உலை எரிபொருள் கொள்வதோடு மேலும் புதிய எரிபொருளைத் தோற்றுவிக்கின்றது. எனவே ''உற்பத்தி உலைகள்'' (Breeder reactors) என்ற சொற்றொடர் இந்நிகழ்ச்சியினால் வடிவமைக்கும் உலைகளைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வெப்ப உலைகளில் கூட உற்பத்தி செய்வது இயலும்; ஆனால் உற்பத்தி குறைந்த அளவாக இருக்கும். வேக உலையில் உள்ள பிளவுறும் எரிபொருள் கட்டாயமாக ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் (ஏறத்தாழ 10%) இருக்க வேண்டும். மீதமுள்ள எரிபொருள் உயர் அணுப்பொருளளவு எண் (High Mass Number) கொண்டதாய் இருக்கவேண்டும். அதனால் நியூட்ரான்கள் தாமதம் அடைவதைத் தடுக்க இயலும். பிளவுபடும் பொருள்களின் இயற்கை வளம் பிளவுறும் பொருள்களின் வளங்களைக் காட்டிலும் 100 மடங்கு பெரியதாகும். அதனால் கிடைக்கும் சக்தி வளங்களை உபயோகிக்கும் நோக்கில் காணும்போது, வேக உலைகள் அதிக முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. உற்பத்தி உலைகள் பின்னர் விவரிக்கப்படும்.

தாமதமாக்கிகள் (Moderators)

வேகக் குறைப்பு இயக்கங்களில் மிக முக்கியமானது, குறைந்த அணுப்பொருளளவு எண் தனிமங்களின் மீது (Elements of Low Mass Number) நிகழும் நெகிழுந்தன்மையுடைய சிதறல் (Elastic scattering) ஆகும். மென்னீர் (Light water), கனநீர் (Heavy water), பெரீலியம் ஆக்சைடு, கிராஃபைட் போன்ற பொருள்கள் நியூட்ரான்களின் வேகக் குறைப்பிற்கோ (Slowing down), அல்லது 0.025 எ. வோ. சக்தி அளவிற்கு வெப்பப்படுத்தவோ (Thermalize) பயன்படுகின்றன. இந்த அணுக்களின் கருக்களில் நியூட்ரான்கள் மோதும்போது அவற்றின் இயங்கு சக்தியும் வேகமும் மெதுவாகக் குறைக்கப்பட்டு உலைக் கட்டமைப்பில் (Reactor structure) வெப்பச் சமநிலை (Thermal equilibrium) உண்டாகிறது.

குறைவேகம் (Deceleration) முழுமையான அளவிற்கு நிகழும் முன்னர் ஏற்படும், அத்தகைய குறைந்த அளவிலான மோதுதல்களினால் 238U அணுக்கள் நியூட்ரான்களை உட்கொள்ளும் நிகழ்ச்சி குறைவாகும்.

நெருக்கடிப் பொருளளவு (Critical Mass)

குறைவழுத்த வாயுவிலுள்ள அணுக்களைப்போல் நகரும் வெப்ப நியூட்ரான்கள், உலையில் எங்கும் பரவுகின்றன. உலைக் கட்டமைப்பின் அணுக்கருவில் அவை கட்டாயமாக உட்கொள்ளப்பட வேண்டும். அப்போது அவை அந்த அணுக்கருவினைக் கதிரியக்கம் உடையதாய்ச் செய்கின்றன. அல்லது அவை பிளவுபடும் 235 U அணுவினைத் தாக்கிப்பிளவினை உண்டாக்கி மேலும் அதனால் அதிக அளவு நியூட்ரான்களை வெளிப்படுத்தி இயக்கத்தைத் தொடர்ந்து செயலாற்ற வைக்கின்றன. தாமதமாக்கியும் 238Uம் உட்கொள்ளும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு பிளவிலிருந்தும் வெளிப்படும் சராசரி அளவான 1.5 மிகுதி நியூட்ரான்கள்

அளவிற்கும் அதிகமாக இருக்கும்போது, தொடர் இயக்கம் தொடர்ந்து செயலாற்றாமல் போய்விடும். ஒவ்வொரு பிளவிலும் ஒரு நியூட்ரான் வெளிப்பட்டு அந்த நியூட்ரான் மற்றோர் அணுவில் பிளவினை ஏற்படுத்தும் வகையில் எரிபொருளின் பொருளளவு போதுமானதாக இருக்க வேண்டும். அத்தகையதாக உலையின் உட்பகுதியை வடிமைத்திட வேண்டும். இவ்வாறு நிகழ்வதற்கு வேண்டிய பிளவுபடும் பொருளின் பொருளளவும் அதன் அமைப்பும் (Configuration) ''நெருக்கடிப் பொருளளவு'' (Critical mass) எனப்படும், அல்லது உலை இந்நிலையை அடையும்போது ''நெருக்கடி நிலை அடைந்து விட்டது'' (Gone critical) என்று கூறப்படும்.

தொடர் இயக்கத்தினை அளவிடுவதற்கு ஒரு நிகழ்வில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட நியூட்ரான்களுக்கும் அதற்கு முன்னர் தோற்றுவிக்கப்பட்ட நியூட்ரான்களுக்கும் உள்ள வீதத் தொடர்பினைக் (Ratio) குறிப்பிடுவதற்கு ஒரு பெருக்கப்படும் அளவுக் கூற்றெண் (Multiplication factor) K பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு ஒரு நிலைத்த தொடர் இயக்கத்தில் நியூட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை கூடுவதும் இல்லை குறைவதும் இல்லை. வெப்ப ஆக்க அளவு நிலைத்ததாயும், K = 1 ஆகவும் இருக்கும். K இன் அளவு ஒன்றிற்கு மேல் உயரும் போது பிளவு வீதமும், அதனால் வெப்ப ஆக்க வீதமும் சீராக உயரும். Kஇன் புதிய மதிப்பில் நிலைத்து இருக்கும் போதும் இந்நிகழ்ச்சியே நடைபெறும். இவ்விடத்தில்தான் அணு உலைகளுக்கும் வழக்கமான நீராவியை ஆக்கும் அமைப்புகளுக்கும் உள்ள ஒரு பெரிய வேறுபாடு அமைகிறது. நீராவியை ஆக்கும் அமைப்புகளில் வெப்ப ஆக்க அளவு (Heat output) எரிக்கும் வீதத்திற்கு (Firing rate) நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. எரிக்கும் வீதம் அதிகரிக்கும்போது நீராவி ஆக்க அளவு அதிகரிக்கப்படுகிறது; ஆனால் அதன் புதிய அளவில் நிலைத்து நிற்கின்றது. அணு உலையில் K அதிகரிக்கும்போது வெப்ப ஆக்க அளவும் தொடர்ந்து அதிகமாகின்றது. நியூட்ரான் தோற்றுவிக்கப்படும் வீதம் (Rate of neutron production) அதன் ஆரம்ப வீத அளவு (Original ratio) நிலைக்குத் திரும்பும்போது, வெப்ப ஆக்க அளவு அதன் புதிய அளவிற்கு நிலை நிறுத்தப்படும்.

இயக்கக் கட்டுப்பாடு (Reactivity Control)

தொடர்ந்து இயங்கும் அளவிற்கு (Constant reactivity level) மேற்பட்ட அதிக அளவிலான நியூட்ரான்களை உறிஞ்சும்போது இயக்குவிக்கும் தரத்தினை (Degree of reactivity) நெருங்கிய கட்டுப்பாட்டின் கீழ்க் கொண்டு வரலாம். உலை உட்பகுதியில் உயர் அளவு நியூட்ரான்பிடிவீதம் கொண்ட (High neutron capture rate) பொருள்களை நுழைக்கும்போது இது நிறைவேற்றப்படுகிறது. தனித்தன்மை வாய்ந்த கலப்பு உலோகத்தால் ஆன கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள் (Control rods of special alloy metals) உலை நடுப் பகுதியில், உள்ளேயும் வெளியிலுமாக தேவைக்கேற்ற படி நகர்த்தப்படும். மூடப்பட்டிருந்த உலையினைத் தொடக்கி வைக்கும்போது (இருண்ட தொடக்கம்) கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள் ஒரு பகுதியளவு பின்னுக்கு இழுக்கப்பட்டு Kஇன் அளவு ஒன்றிற்கு மேல் உயர்த்தப்படுகிறது. நியூட்ரான் தொடரும் (Neutron flux) வெப்ப வெளிப்பாடும் உயர்ந்து தேவைப்பட்ட அளவை அடையும். இந்நிலையில் கட்டுப்பாட்டுக் கோலினை நகர்த்தும் இயக்கம் வேகமாகத் திருப்பப்பட்டு K இனை ஒன்றின் அளவிற்குக் கொண்டு வருவார்கள். உலையில் கோல்கள் முழுஅளவிற்கு நுழைக்கப்பட்டு மூடப்படும். இந்நிலையில் கோல்கள் ஒரு பிளவில் தோன்றும் 1.5 அதிக நியூட்ரான்கள் அளவிற்கு மேல் உட்கொண்டு தொடர் இயக்கத்தை வேகமாக நிறுத்திவிடும். வெப்ப ஆக்கம் சிறிது நேரம் தொடர்கிறது; ஆனால் அது வழக்கம் போல் துணைக் குளிர்விப்பு அமைப்பினால் (Auxiliary cooling system) படிப்படியாகக் குறைந்து மறைகிறது.

உலைகளின் வகைகள் (Types of Reactors)

தற்போது உபயோகத்திலுள்ள அல்லது கட்டப்பட்டு வருகின்ற பெரும்பான்மையான சக்தி உலைகள் (Power reactors) வெப்ப உலைகளாக (Thermal reactors) இருக்கின்றன. பலவகையான வெப்ப உலைகள் பெரும்பாலும் குளிர்விப்பானையும் (Coolant), தாமதப்படுத்தியையும் தேர்ந்தெடுப்பதைப் பொறுத்து அமைகின்றன. அமெரிக்க நாட்டில் பெரும்பான்மையான நிலையங்களில் நீரினைக் குளிர்விப்பானாகவும் தாமதப்படுத்திப் பொருளாகவும் பயன்படுத்துகிறார்கள். வாயுக்குளிர்விப்பு (CO_2), கிராஃபைட் தாமதமாக்கி உலைகளின் (Gas - cooled and graphite moderated reactors) வளர்ச்சியில் இங்கிலாந்து நாடு முன்னோடியாக இருக்கிறது. கனநீர் குளிர்விப்பு, தாமதமாக்கி உலைகளில் கனடா நாடு தனிக்கவனம் செலுத்தியது. அணுக்கருச் சக்தித் துறையில் சாதாரண நீர் கனநீரிலிருந்து வேறுபடுத்தப்படும்போது மென்னீர் (Light water) என்று வழங்கப்படுகிறது.

மென்னீர் உலைகளின் இரு முதன்மையான வடிவங்களாவன:

1) அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டு நீர் உலைகள் (அ.நீ.உ) (Pressurized water reactors) (PWR) (2) கொதி-நீர் உலைகள் (கொ.நீ.உ) (Boiling water reactors) (BWR). அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டு நீர் உலையில் அணு உலையின் உட்பகுதியில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வெப்பம் முதன்மைச் சுற்றில் (Primary circuit) உயர் அழுத்தத்தில் சுற்றிச் செலுத்தும் நீரினால் (உலைக் குளிர்விப்பான்) (Reactor coolant) நீக்கப்படுகிறது. முதன்மைச் சுற்றிலுள்ள நீர் உலையில் குளிர்விப்பானாகவும் தாமதமாக்கியாகவும் பயன் படுகின்றது. வெப்பப் பரிமாற்றி (Heat exchanger) அல்லது கொதிகலனின் உதவியால் வெப்பம் முதல் அமைப்பிலிருந்து இரண்டாம் அமைப்பிற்கு மாற்றப்பட்டு அதனால் இரண்டாம் அமைப்பில்

நீராவி உருவாக்கப்படுகிறது. கொ.நீ.உ, அ.நீ.உ. யிலிருந்து எவ்வாறு மாறுபடுகின்றதெனில், கொ.நீ.உ. யில் உலையிலேயே கொதித்தல் நடைபெறுகிறது. ஒப்புமைப் படுத்தும் அளவிற்கான நீராவி வெப்பநிலை 1,000 ப.ச.அ. (PSi) (பவுண்டு/சதுர அங்குலம்) அழுத்தத்தில் கொதி நீர் உலையில் ஏற்படும். ஆனால் இதே அளவு வெப்ப நிலை அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலையில் 2,000 ப.ச.அ. (PSi) அழுத்தத்தில் தோன்றும்.

வாயுக் குளிர்விப்பு உலைகள் (Gas cooled reactors)

இந்த உலைகள் குறைந்த வெப்ப மாற்றுத்தன்மை (Poor heat transfer characteristics) சார்ந்த வாயுக்களுடன் செயலாற்ற வேண்டும். வாயுவைச் சுற்றிச் செலுத்த வேண்டிய சக்தி குறிப்பிடத்தக்க அளவு இருக்க வேண்டும். குறிக்கோள் வடிவான வாயுக் குளிர்விப்புச் சக்தி உலை, உயர் வெப்பநிலையில் செயல்பட்டு எதிர்பார்க்கத்தக்க, வெப்ப இயக்க இயங்கு திறத்தைக் கிடைக்கச் செய்கிறது. உலை நடுப்பகுதியில் வாயு செல்லும் வேகத்தைக் குறைத்திடும் போது மிகுந்த வெப்ப உயர்வினை அடையச் செய்ய இயலும். ஆனால் உயர்ந்த எரிபொருள் வெப்பம் எரிபொருளுக்கும் அதனைச் சூழ்ந்த பொருளுக்கும் (Fuel materials and cladding) கடினமான நிலையினைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வகையைச் சார்ந்த உலைகளின் நன்மை யாதெனில் இதில் நன்கு அறியப்பட்ட எரிபொருள்களையும் பிற பொருள்களையும் உபயோகிக்கலாம். அழுத்தக்கட்டுப்பாடு இல்லாமல் உயர் உலை வெப்பத்தைப் பெற வாயுக் குளிர்விப்பான் (Gas coolant) இடமளிக்கிறது. கார்பன் டை-ஆக்சைடும், ஈலியமும் இதில் பயன்படுகின்றன.

கிராஃபைட் தாமதமாக்கி உலையைக் காட்டிலும் அதிக அளவில் இயற்கை யுரேனியம் எரிபொருளை எரிய வைப்பதற்குக் கனநீரினை நிதானமாக்கி இடையீட்டுப் பொருளாகப் பயன்படுத்த வழிகாட்டியது. கனநீரில் (D_2O) நீரின் இயல்பான அய்ட்ரஜன் அணுவிற்குப் பதிலாகக் கன அய்ட்ரஜனின் ஓரகத்தனிமமான (Isotope) டியூடெரியம் இடங்கொள்கிறது. இது விரும்பத்தக்கவாறு, கையாளத்தக்கதாகவும் மென்னீர் வெப்பப் பண்புகளைக் (Thermal characteristics) கொண்டதாகவும் இருக்கிறது. குறைந்த நியூட்ரான் உட்கொள்ளும் தன்மை (Low neutron absorption) இதன் கூடுதல் பயனாகும். அமெரிக்காவிற்கு வெளியே செயல்படும் சோதனைக்கான முதல் அணு உலை கனடாவிலுள்ள சால்க்ஆற்றுக்கனநீர் உலையாகும் (Heavy water reactor). கனடாவின் மற்றொரு D_2O குளிர்விப்பு நிதானமாக்கி உலை முழுச்சக்தி நிலையில் தீர்ந்து போகும் எரிபொருளை மாற்றஞ் செய்வித்துப் புதிய எரிபொருளுடன் செயல்படும் (Refuelling at full power) உலகின் முதல் உலையாகும்.

எரிபொருளும், பொருள் கையாளுவதற்கான செலவுகளும் (Fuel and material handling costs)

புதைபடிவு எரிபொருள் சக்திநிலையங்களின் அனுபவம் யாதெனில் மொத்த அளவு சக்தி ஆக்கமும் மொத்த அளவு பதப்படுத்தாத எரிபொருள் (Raw fuel) தேவையும் நேரடித் தொடர்பு கொண்டவையாய் இருப்பதாகும். வேக உற்பத்தி உலைகளைப் போன்றல்லாமல் ஒரு 1,000 மெ.வாட் நிலக்கரி எரிவிப்புச் சக்தி நிலையம் 2 மில்லியன் டன்கள் நிலக்கரிக்கு மேலாகச் செலவு செய்கிறது. இதே அளவு சக்திஆக்க அளவினைக் கொண்ட யுரேனியம் டை-ஆக்சைடு எரிபொருளை எரிவிக்கும் வெப்ப உலை 35 டன்கள் அணுக்கரு எரிபொருளைப் பயன்படுத்தும். புதைபடிவு எரிபொருள் நிலையத்தில் நிலக்கரி வரத்து தொடர்ந்து இருந்து கொண்டிருக்கும். மேலும் நிலக்கரி எரிவிப்பு நிலையங்களில் சுரங்கங்களில்வேலை தடைப்படும் போதும், நிலக்கரியை இடம் விட்டு இடம் கொண்டு செல்வதில் தடை ஏற்படும் போதும், நெருக்கடியான நிலையிலும் அதிக அளவிலான நிலக்கரிக்குவியல் கையிருப்பில் இருக்க வேண்டிய நிலை ஏற்படுகிறது. அணுநிலையத்தில் ஆண்டிற்கு ஒரு முறை மட்டும் எரிபொருள் வழங்கினால் போதுமானதாகும். நிலக்கரி எரிவிப்பு நிலையத்தில் ஆயிரக்கணக்கான டன்கள் சாம்பலை அவ்வப்போது அப்புறப்படுத்த வேண்டியிருக்கும். ஆனால் அணுக்கருக் கழிவுப் பொருள்கள் (Nuclear wastes) உபயோகப்படுத்தப்பட்ட எரிபொருளாக ஆண்டுக்கொரு முறை நீக்க வேண்டி இருக்கும். அணு உலையில் எரிதலுக்குக் காற்று தேவையில்லையாதலால் அதனைத் தேவைப்பட்டால் பூமிக் கடியிலும் அமைத்திடலாம். இதனோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது ஏற்கனவே கூறப்பட்ட அளவிற்கான நிலக்கரி எரிவிப்பு நிலையம் ஆண்டிற்கு 10 மில்லியன் டன்கள் கார்பன் டை ஆக்சைடை வெளிப்படுத்தும். அன்றியும் பல நூறாயிரம் டன்கள் கந்தக டை ஆக்சைடும், நைட்ரஜன் ஆக்சைடும் சாம்பல் துகள்களுடன் வெளிவரும். நிலக்கரியுடன் ஒப்பிடும்போது அணுக்கரு எரிபொருள் குறைந்த கனஅளவு கொண்டதாய் உள்ளதால் அவ்வெரிபொருளை மிகத் தொலைவிலிருந்து குறைந்த செலவில் அணுநிலையத்திற்குக் கொண்டுவரலாம். ஆனால் நிலக்கரியினை நீண்ட தூரத்திலிருந்து கொண்டு வரும்போது ஏற்படும் செலவு மிக அதிகமாகும். மேற்கண்ட நிலக்கரிக்கான ஒப்புமைகள் மற்ற புதைபடிவு எரிபொருளுக்கும் இயற்கை அல்லது செயற்கை எரிவாயுவிற்கும் (Natural or synthetic gas) நீர்மப் பெட்ரோலியப் பொருள்களுக்கும் பெரும் அளவுபொருந்தும்.

அணுசக்தி, குறிப்பாக எரிபொருள் செலவைச் சார்ந்ததாகாது என்பது வியப்புக்குரியதாகும். ஆனால் புதைபடிவு எரிபொருள் நிலையங்களில் எரிபொருள் உற்பத்தி செலவு குறிப்பிடத்தக்க அளவுடையதாக இருக்கும். தேவை அதிகமாகும்போது யுரேனியச் செலவும் உயரும் என்று கொள்வோமானால் அணுநிலையத்தில் எரி

பொருள் செலவுக்கூறு (Fuel cost factor) புதைபடிவு எரிபொருள் நிலைய எரிபொருள் செலவினைக் காட்டிலும் மிகக் குறைந்தது; இதில் புதைபடிவு எரிபொருள் விலையும் உயரும் என்பதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

முதன்மை வகைகளான அணுக்கருப் பிளவு உலைகள் (Nuclear fission reactors) பின்னர் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. இராணுவப்படைக் கலங்களுடன் (Military weapons) அணுப்பிளவு அணுப்பிணைப்பு முறைகள் (Nuclear fission and nuclear fusion processes) தொடர்பு கொண்டு பேராற்றல் மிக்க வெடிப்பினையும் உடனடியான அழிவுசக்தி வெளியீட்டினைக் கொண்டதாலும், மேலும் தொடக்கத்தில் அணுகுண்டு வெடிப்பில் ஏற்பட்ட கதிரியக்க விழும் பொருள்களின் (Radio -active fall out) தீய விளைவுகளாலும், பொது மக்கள் மனதில் அணுக்கருத்தொழில் நுட்பம் (Nuclear technology) அச்சத்தினை விளைவித்தது. இந்த அச்சம் மிகக் கவனமாக கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அணுக்கரு இயக்கத்தைக் (Controlled nuclear reactions) கொண்ட வாணிகத் தொடர்புடைய அணுசக்தி நிலையத்தில் (Commercial nuclear power plant) கூடப் பரவியது. அதனால் அணு நிலையத்தில் அணுக்கருப்பகுதிக்குத் தொடர்பில்லாத சிறிய விபத்தினைக் கூடப் பொதுமக்கள் பெரியதாகக் கருதலாயினர்.

அட்டவணை 1

940.000 கிலோவாட் நிலையத்திற்கான எடுத்துக்காட்டுச் செலவுகள், அணுக்கரு நிலையம், அதற்கு எதிராக நிலக்கரி எரிய வைக்கும் நிலையம்.

இனம்	அணுக்கரு நிலையம்	நிலக்கரி எரிய வைக்கும் நிலையம்
நிலையத்தின் முதலீட்டுச் செலவு ஓர் அலகிற்கானது \$ 1 கிலோ வாட் (1 டாலர் = ரு 12-00)	255	202
ஆண்டிற்கு முதலீட்டிற்காகச் சுமத்தும் வீதம்	0.13	0.13
கிலோவாட் மணிகள் ஆக்கப்பட்டது ஓர் ஆண்டிற்கு ஒரு கிலோவாட் கொள்ளளவிற்கு	5.256	5,256
வெப்பவீதம்: மில்லியன்களில் பி.வெ.அ.கள், ஒரு கிலோவாட் மணிக்கு (பி.வெ.அ-பிரிட்டன் வெப்ப அலகு Btu)	0,0104	0.009
எரிபொருளிலிருந்து வெப்பம் பெறுவதற்கான செலவு டாலரில் ஒரு மில்லியன் பி.வெ.அ.களுக்கு	0.18	0.45

மின்சாரத்திற்கான செலவு

மில்கள் (mills), ஒரு கிலோவாட் மணிக்கு

(1 மில் = $\frac{1}{1000}$ டாலர்)

நிலைய முதலீடு	6.31	5.00
இயக்கமும் பராமரிப்பும்	0.38	0.30
எரிபொருள்	1.87	4.05
மொத்தம்	8.56	9.35

அட்டவணை 2

நீர் உலைகள் அவற்றிற்கு எதிராக வேக உற்பத்தி உலைகள் இவைகளின் இயக்கத்தில், யுரேனியத்தின் கூடுதல் விலைகளின் விளைவு

கருத்தில் கொள்ளப்பட்ட யுரேனியத்தின் விலை $ / பவுண்டு	ஆக்கம் செய்யப்படும் மின்சாரம் மில்லியன்-கிலோவாட்-வருடங்கள்		மின்சாரத்தின் விலை உயர்வு மில்கள்/கிலோவாட் மணி	
	நீர் உலை	வேக உற்பத்தி உலை	நீர் உலை	வேக உற்பத்தி உலை
10	5500	720,000	0.1	0.0
15	8480	1,120,000	0.4	0.0
30	13100	1,720,000	1.3	0.0
50	58300	7,700,000	2.5	0.0
100	146000	19,200,000	5.5	0.0

இந்திய நாட்டின் அணுசக்தி உலைகளின் விவரம் அட்டவணை 3இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. உத்தர விடப்பட்ட அல்லது இயக்கத்திலுள்ள அல்லது அமெரிக்கநாட்டு உதவியுடன் பிற நாடுகளில் கட்டத் திட்டமிடப்பட்டுள்ள உலைகள் பற்றிய தொகுப்பு 4வது அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. தற்போது நிறுவப்பட்டுள்ள அணுசக்தி அளவுடன் (Nuclear power capacity) கூடிய குறிப்பிடத்தக்க நாடுகளில் அணுநிலையங்கள் பற்றிய விவரங்கள் 5-வது அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. 1974 வரையிலான அணுசக்தி உலைகள் பற்றிய குறிப்புகள் அட்டவணை 6இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அறிவிக்கப் பட்ட ஆனால் திட்டமிட்டுக்கொண்டிருக்கும் நிலையி லுள்ள அணு சக்தி உலைகள் அட்டவணை 7இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அட்டவணைகள் 5,6,7இல் கண்ட எண்கள் அட்டவணை 8இல் தொகுக்கப் பட்டுள்ளன.

அமெரிக்காவின் அணுசக்தி எதிர்கால நோக்குகள்; (Nuclear power outlook in the United States)

அமெரிக்க நாட்டின் சக்திப் பயன்பாடும் மின் ஆக்க அளவும் கி பி.2,000 ஆண்டு வரைக்கான முன் மதிப் பீடு அட்டவணை 9இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. நான்கு வகையான நிலைகள் (வகை 1லிருந்து 4வரை) அட்ட வணை 9இல் கூறப்பட்டுள்ளன.

வகை 1:

வகை 1இல் அணுசக்தி அளவு (Nuclear capacity) பற்றிய மிகக் குறைந்த முன் மதிப்பீடு (Forecast) ஆகும். அணு நிலையங்களைத் (Nuclear plants) தொழில் நிறுவனங்கள் வளர்ச்சியுடன் சமநிலையில் கொண்டுவருவதில் காலதாமதமேற்பட்டால் அத் தொழில் நிறுவனங்களுக்கு இடையூறுகளைத் தோற்று விக்கும். காலதாமதத்திற்கான மூல காரணங்கள் சாதன வழங்கீடுகளில் தாமதம், கட்டுமான வேலை களில் காலதாமதம், வேலை நிறுத்தங்கள், குறைந்த வேலை ஆக்கம், அதிகப்படியானதும் உண்மைக்குப் புறம்பானதும், சுற்றுப்புறம் பற்றிய கவலை, கட்டுப் பாட்டு விதிமுறைப் பிரச்சினைகள், அலுவல் நடைமுறை கடுமை ஆகியவை, ஒரு குறிப்பிட்ட காலதாமதத்திற் கான காரணம் முக்கியக் கூறாக இருக்குமென்றோ, ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் சரிசெய்ய வேண்டுமென்றோ கொள்ளப்படவில்லை. ஆனால் அதற்குப் பதிலாக இக் காலதாமதத்திற்கான காரணங்கள் தொடர்ந்து இருக்கு மென்றே கருத்தில் கொள்ளப்படுகிறது. சுருங்கக் கூறும் போது இந்தச் சோர்வு மனப்பான்மை கொண்ட நிலை, குடிமக்கள் தங்களை முழுவதும் அர்ப்பணிக்காததாலும், அரசாங்கம் தொடர்ந்த சக்திப் பற்றாக்குறையினை (Energy shortages) போக்கச் சேமிப்பைக் கடைப்பிடிக் காமல் புதிய தொழில் நுட்பத் துறைகளை ஏற்படுத்து வதாலும் தோன்றுகிறது. சேமிப்புக் கோட்பாடு (Conservation philosophy) தாழ்ந்த வாழ்க்கை நிலைக்கு ஒப்பானது. வாழ்க்கை முறையில் கடுமை யான மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கும். இதனால் நிறுவனங்களின் வேலையில் பெரிய மாற்றத்தைத் தோற்றுவித்து அதனால் நம்மை நாமே சரி செய்து கொள்ளும் அந்நீண்டகாலத்தில் அதிகமான வேலை யில்லா நிலை ஏற்படும்.

அட்டவணை - 3

இந்தியாவிலுள்ள அணு உலைகளும், அணுமின் நிலையங்களும்

அணு உலை

1. அப்ஸரா (Apsara) (பம்பாய்)	ஆராய்ச்சி அணுஉலை
2. ஸைரஸ் (பம்பாய்) (CIRUS-Canada India Reactor and Utility Services)	,,
3. பூர்ணிமா (பம்பாய்) (PURNIMA - Plutonium Reactor for Neutronic Investigations in Multiplying Assemblies)	,,
4. துருவா (Dhruva) (பம்பாய்)	,,
5. காமினி (Kamini) (கல்பாக்கம்)	சிறிய உலை 30 கிலோவாட் மின்சக்தி-ஆராய்ச்சி அணுஉலை நிறுவப்படவுள்ளது.

அணுமின் நிலையங்கள்

1. கல்பாக்கம் (சென்னை) - இரு அணு உலைகள்	—	ஒவ்வோர் உலையும் 235 மெகாவாட் மின் சாரம் உற்பத்தி செய்யவல்லது. இரு பிரிவுகளும் மின் உற்பத்தி செய்கின்றன.
2. தாராபூர் - கொதிநீர் உலைகள் இரண்டு (மஹாராஷ்டிரா-குஜராத் எல்லை)	—	ஒவ்வோர் உலையும் 210 மெகாவாட் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யவல்லது.
3. ராஜஸ்தான் - இரு அணு உலைகள்	—	முதல் உலை 150 மெகாவாட் மின் சுமை ஏற்க வல்லது. இரண்டாவது உலை 200 மெகாவாட் மின் சக்தி அளவில் வேலை செய்கின்றது.
4. நரோரா அணுசக்தித்திட்டம்	—	கட்டுமான வேலை நடைபெறுகிறது. இரு தொகுதிகளையும் 1987 - 88, 1988-89 ஆண்டுகளில் இயக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.
5. காக்ராபர் (Kakrapar) அணுசக்தித்திட்டம்	—	கட்டுமான வேலை நடைபெறுகிறது. இரு தொகுதிகளையும், 1990, 1991 ஆண்டுகளில் இயக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை-4

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடு அல்லாத மற்ற நாடுகளில் இயக்கத்திலுள்ள அல்லது உத்தரவிடப்பட்ட, அறிவிக்கப்பட்ட அல்லது திட்ட மிடப்பட்ட அணுஉலைகள் (1974)

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
அர்ஜென்டீனா	க.நீ.உ.	318		1	
	க.நீ.உ.	600		1	
	?	800			3
	?	600			2
ஆஸ்திரேலியா	?	800			1
ஆஸ்திரியா	கொ.நீ.உ.	700		1	
	மெ.நீ.உ.	1200			1
பாங்ளாதேஷ்	அ.நீ.உ.	200			1
பெல்ஜியம்	அ.நீ.உ.	390	1	1	
	அ.நீ.உ.	870		1	
	?	800			2
பிரேசில்	அ.நீ.உ.	626		1	
	?	1000			1
	?	800			1
	?	600			1
பல்கேரியா	அ.நீ.உ.	405		2	3
கனடா	க.நீ.உ.	1000		1	3
	க.நீ.உ.	750		4	3
	க.நீ.உ.	512	1		
	க.நீ.உ.	508	3		
	க.நீ.உ.	500		1	2
	க.நீ.உ.	250	1		

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
சிலி	க.நீ.உ.	200	1		
	?	600			1
	?	400			1
செகொஸ்லே: வாகியா	வா.கு.உ.	110	1		
	அ.நீ.உ.	761		2	
பின்லாந்து	அ.நீ.உ.	440		1	
	அ.நீ.உ.	413		1	
	அ.நீ.உ.	420		2	
	கொ.நீ.உ.	660			1
	?	720			1
	?	600			1
பிரான்சு	வா.கு.உ.	540	1		
	வா.கு.உ.	515	1		
	வா.கு.உ.	480	2		
	வா.கு.உ.	200	1		
	அ.நீ.உ.	930		2	
	அ.நீ.உ.	890		2	
	அ.நீ.உ.	266	1		
	கொ.நீ.உ.	995			2
	வே.உ.உ.	1000		1	
	வே.உ.உ.	250	1		
	?	1000			2
	?	750			4
ஜெர்மனி (கிழக்கு)	க.நீ.உ.	70	1		
	அ.நீ.உ.	365	1	3	
	?	1000			1
ஜெர்மனி (மேற்கு)	கொ.நீ.உ.	1260		1	
	கொ.நீ.உ.	870		1	

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
	கொ.நீ.உ.	864		4	
	கொ.நீ.உ.	770		1	1
	கொ.நீ.உ.	640	1		
	கொ.நீ.உ.	237	1		
	கொ.நீ.உ.	160	1		
	கொ.நீ.உ.	15	1		
	அ.நீ.உ.	1300		1	1
	அ.நீ.உ.	1240			2
	அ.நீ.உ.	1230		1	
	அ.நீ.உ.	1178		1	
	அ.நீ.உ.	1150		1	
	அ.நீ.உ.	800		1	
	அ.நீ.உ.	660		2	
	அ.நீ.உ.	630	1		
	அ.நீ.உ.	328	1		
ஜெர்மனி (மேற்கு)	மெ.நீ.உ.	1300		1	4
	மெ.நீ.உ.	1200			2
	உ.வெ.வா.உ.	1100			1
	உ.வெ.வா.உ.	300		1	
	க.நீ.வா.கு.உ.	100	1		
	வே.உ.உ.	1000		1	
	வே.உ.உ.	300		1	
	?	860			1
	?	600			1
கிரீஸ்	?	750			1

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
	?	600			2
ஹாங்காங்	?	500			2
ஹங்கேரி	அ.நீ.உ.	440			2
இந்தியா	கொ.நீ.உ.	200	2		
	க.நீ.உ.	200	1		
	வே.உ.உ	500			1
	?	500			2
ஈரான்	?	400			1
அயர்லாந்து	?	500			1
	?	250			2
இஸ்ரேல்	?	400			1
இத்தாலி	அ.நீ.உ.	1000		1	
	அ.நீ.உ.	247	1		
	கொ.நீ.உ.	800		1	
	கொ.நீ.உ.	150	1		
	மெ.நீ.உ.	1000			1
	மெ.நீ.உ.	800		1	
	மெ.நீ.உ.	700			1
	வா.கு.உ.	200	1		
ஜெமைகா	?	200			2
ஜப்பான்	கொ.நீ.உ.	1500		3	5
	கொ.நீ.உ.	1100		4	7
	கொ.நீ.உ.	1000			1
	கொ.நீ.உ.	850		1	
	கொ.நீ.உ.	784	1		
	கொ.நீ.உ.	760		3	

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
	கொ..உ.	750		3	2
	கொ.நீ.உ.	500		1	
	கொ.நீ.உ.	460	1		
	கொ.நீ.உ.	439		1	
	கொ.நீ.உ.	340	1		
	கொ.நீ.உ.	327		1	
ஜப்பான்	அ.நீ.உ.	1500			4
	அ.நீ.உ.	1200			9
	அ.நீ.உ.	1122		2	
	அ.நீ.உ.	800			1
	அ.நீ.உ.	781		3	
	அ.நீ.உ.	559		1	
	அ.நீ.உ.	528		2	
	அ.நீ.உ.	500		1	
	அ.நீ.உ.	470	1		
	அ.நீ.உ.	320	1		
	அ.நீ.உ.	566		1	
	வா.கு.உ.	157	1		
	உ.வெ.வா.உ.	1100			1
	உ.வெ.வா.உ.	200		1	
	மெ.நீ.உ.	826			3
	வே.உ.உ.	300			1
தென் கொரியா	அ.நீ.உ	564		1	
	மெ.நீ.உ.	600			1
லக்சம்பர்க்	அ.நீ.உ.	1100			1
மெக்சிகோ	கொ.நீ.உ	800		1	
	மெ.நீ.உ.	800		1	
	?	1100			2

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
நெதர்லாண்ட்ஸ்	கொ.நீ.உ.	55	1		
	அ.நீ.உ.	450	1		
	மெ.நீ.உ.	1000			1
	மெ.நீ.உ.	600			1
நியூசிலாந்து	?	420			2
நார்வே	மெ.நீ.உ.	600			1
	?	800			1
பாகிஸ்தான்	க.நீ.உ.	125	1		
	?	500			1
	?	400			1
பிலிப்பைன்ஸ்	?	600			2
போலந்து	?	1000			1
போர்சுகல்	?	500			1
ருமேனியா	அ.நீ.உ.	440		1	1
சிங்கப்பூர்	?	500			1
தென் ஆப்ரிக்கா	?	800			1
	?	600			1
	?	500			1
ஸ்பெய்ன்	அ.நீ.உ.	930			1
	அ.நீ.உ.	902		5	1
	அ.நீ.உ.	900		1	
	அ.நீ.உ.	153	1		
	கொ.நீ.உ.	460	1		
	மெ.நீ.உ.	500			1
	வா.கு.உ.	487	1		
	?	1200			2
ஸ்விடன்	கொ.நீ.உ.	900		2	1

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
	கொ.நீ.உ.	760		1	
	கொ.நீ.உ.	580		2	
	கொ.நீ.உ.	400	1		
	அ.நீ.உ.	900		2	
	அ.நீ.உ.	800		1	
	மெ.நீ.உ.	750			2
	மெ.நீ.உ.	500			4
	?	900			1
	?	800			2
ஸ்விட்சர்லாந்து	அ.நீ.உ.	920		1	
	அ.நீ.உ.	350	2		
	கொ.நீ.உ.	875		1	
	கொ.நீ.உ.	850		1	
	கொ.நீ.உ.	306	1		
	மெ.நீ.உ.	880			2
	?	900			1
	?	650			1
தாய்வன்	கொ.நீ.உ.	900		3	
	கொ.நீ.உ.	800		1	
	கொ.நீ.உ.	604		2	
தாய்லாந்து	?	500			1
துருக்கி	க.நீ.உ.	325			1
இங்கிலாந்து	வா.கு.உ.	590	2		
	வா.கு.உ.	300	2		
	வா.கு.உ.	290	2		
	வா.கு.உ.	275	2		
	வா.கு.உ.	250	4		
	வா.கு.உ.	160	2		

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
	வா.கு.உ.	150	2		
	வா.கு.உ.	138	2		
	வா.கு.உ.	50	8		
	க.நீ.உ.	94	1		
	மே.வா.உ.	625		10	
	மே.வா.உ.	35	1		
	உ.வெ.வா.உ.	650			1
	வே.உ.உ.	1300			1
	வே.உ.உ.	254	1		
	?	1220			1
	?	660			4
	?	625			2
ரஷியா	மெ.வா.உ.	1000		4	
	மெ.வா.உ.	600	1		
	மெ.வா.உ.	200	1		
	மெ.வா.உ.	94	1		
	அ.நீ.உ.	1000		1	
	அ.நீ.உ.	440	1	2	
	அ.நீ.உ.	410	1	2	
	அ.நீ.உ.	375	1		
	அ.நீ.உ.	210	1		
	கொ.நீ.உ.	70	1		
	மெ.நீ.உ.	600			1
	மெ.வா.கு.உ.	1000		2	
	மெ.வா.கு.உ.	150		1	
	வா.கு.உ.	1000		2	
	வே.உ.உ.	600		1	
	வே.உ.உ	350	1		

தொடர்ச்சி

நாடு	உலையின் வகை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	இயக்கத்தில் உள்ளது	உத்தரவிடப் பட்டது	அறிவிக்கப்பட்டது அல்லது திட்டமிடப் பட்டது
யுகோஸ்லாவியா	வே.உ.உ.	12	1		
	?	800			1
	மெ.நீ.உ.	600			1
	?	800			1

மே.வா.உ.	மேம்பட்ட வாயு உலை
கொ.நீ.உ.	கொதி நீர் உலை
வே.உ.உ.	வேக உற்பத்தி உலை
வா.கு.உ.	வாயுக் குளிர்விப்பு உலை
?	இறுதியான உலை வகைத் தேர்வு முடிவு செய்யப்படவில்லை
உ.வெ.வா.உ.	உயர் வெப்ப வாயு உலை
க.நீ.உ.	கன நீர் உலை
க.நீ.வா.கு.உ.	கன நீர் வாயுக் குளிர்விப்பு உலை
மெ.நீ.உ.	மென்னீர் உலை
அ.நீ.உ.	அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டு நீர் உலை
மெ.வா.உ.	மென்னீர் வாயுக் குளிர்விப்பு உலை
மெ.வா.கு.உ.	மென்னீர் வாயுக் குளிர்விப்பு உலை

அட்டவணை-5

உலகம் முழுவதிலும் நிறுவப்பட்டு இயங்கிவரும் அணுசக்தி உலைகள்

(செப்டம்பர் 30, 1974)

நாடு	நிலை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	உலகம் முழுவதற்கு மான உள்ள அளவில் சதவீதம்	நிறுவப்பட்டுள்ள உலை எண்ணிக்கை
அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்	1	25784	52.5	42
இங்கிலாந்து	2	5589	11.3	29
ரஷியா	3	2761	5.6	10
பிரான்சு	4	2731	5.5	7
ஜப்பான்	5	2531	5.1	6
கனடா	6	2486	5.1	6
ஜெர்மனி (மேற்கு)	7	2110	4.3	7
ஸ்பெயின்	8	1100	2.2	3
ஸ்விட்சர்லாந்து	9	1006	2.0	3
இந்தியா	10	600		3
இத்தாலி	11	597		3
நெதர்லாண்ட்ஸ்	12	505		2
ஜெர்மனி (கிழக்கு)	13	435		2
ஸ்வீடன்	14	400		1
பெல்ஜியம்	15	390		1
பாகிஸ்தான்	16	125		1
செகோஸ்லோவாகியா	17	110		1
		49260		127

அட்டவணை-6

உலகம் முழுவதிலும் உத்தரவிடப்பட்ட அணுசக்தி உலைகள்

(செப்டம்பர் 30, 1974)

நாடு	நிலை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	உலகம் முழுவதற்கும் உள்ள அளவில் சதவீதம்	நிறுவப்பட்டுள்ள உலைகளின் எண்ணிக்கை
ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள்	1	152,599	60.5	147
ஜப்பான்	2	23014	9.1	28
ஜெர்மனி (மேற்கு)	3	16234	6.4	18
ரஷியா	4	11450	4.5	15
ஸ்வீடன்	5	6329	2.5	8
இங்கிலாந்து	6	6250	2.5	10
ஸ்பெயின்	7	5410	2.1	6
தாய்வன்	8	4708	1.9	6
பிரான்ஸ்	9	4640	1.8	5
கனடா	10	4500	1.8	6
ஸ்விட்சர்லாந்து	11	2645		3
இத்தாலி	12	2600		3
செக்கோஸ்லோவாகியா	13	2375		4
மெக்சிகோ	14	1600		2
பெல்ஜியம்	15	1260		2
ஜெர்மனி (கிழக்கு)	16	1095		3
அர்ஜன்டீனா	17	918		2
பின்லாந்து	18	840		2
டல்கேரியா	19	810		2
ஆஸ்திரியா	20	700		1
பிரேசில்	21	626		1
தென்கொரியா	22	564		1
ருமேனியா	23	440		1
		251607		276

அட்டவணை-7

உலகம் முழுவதும் அறிவிக்கப்பட்ட அல்லது திட்டமிடும் நிலையிலுள்ள அணுசக்தி உலைகள்

(செப்டம்பர்-30, 1974)

நாடு	நிலை	மெ.வா.மி.	உலகம் முழுவதற்கும் உள்ள அளவில் சதவீதம்	நிறுவபட்டுள்ள உலைகளின் எண்ணிக்கை
அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்	1	50989	27.4	47
ஜப்பான்	2	39978	21.5	35
ஜெர்மனி (மேற்கு)	3	14710	7.9	13
கனடா	4	10000	5.4	13
இங்கிலாந்து	5	7060	3.8	9
பிரான்சு	6	6990	3.8	8
ஸ்வீடன்	7	6900	3.8	10
ஸ்பெயின்	8	4732	2.5	5
ஸ்விட்சர்லாந்து	9	3310	1.8	4
அர்ஜென்டினா	10	2800	1.5	4
பிரேசில்	11	2400		3
மெக்சிகோ	12	2200		2
பின்லாந்து	13	1980		3
கிரீஸ்	14	1950		3
தென் ஆப்ரிக்கா	15	1900		3
இத்தாலி	16	1700		2
பெல்ஜியம்	17	1600		2
நெதர்லாண்ட்ஸ்		1600		2
இந்தியா	18	1500		3
நார்வே	19	1400		2
ரஷியா		1400		2
யுகோஸ்லாவியா		1400		2
பல்கேரியா	20	1215		3
ஆஸ்டிரியா	21	1200		1

நாடு	நிலை	மெ.வா.மி.	உலகம் முழுவதற்கும் உள்ள அளவில் சதவீதம்	நிறுவபட்டுள்ள உலைகளின் எண்ணிக்கை
பிலிப்பைன்ஸ்		1200		2
லக்சம்பர்க்	22	1100		1
சிலி	23	1000		2
ஜெர்மனி (கிழக்கு)		1000		1
ஹாங்காங்		1000		2
அயர்லாந்து		1000		3
போலந்து		1000		1
பாகிஸ்தான்	24	900		2
ஹங்கேரி	25	880		2
நியூசிலாந்து	26	840		2
ஆஸ்திரேலியா	27	800		1
தென்கொரியா	28	600		1
போர்ச்சுகல்	29	500		1
சிங்கப்பூர்		500		1
தாய்லாந்து		500		1
ருமேனியா	30	440		1
ஈரான்	31	400		1
இஸ்ரேல்		400		1
ஜெமைகா		400		2
துருக்கி	32	325		1
பங்களாதேஷ்	33	200		1
		185899		211

அட்டவணை-8

உலகம் முழுவதிலுள்ள அணுசக்தி உலைகள் (நிறுவப்பட்டுள்ளதும், இயக்கத்திலுள்ளதும உத்தரவிடப்பட்டுள்ளதும், திட்டமிடும் நிலையிலுள்ளதும்) ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட எண்கள் (செப்டம்பர் 30, 1974)

நாடு	நிலை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	உலகம் முழுவதற்கும் உள்ள அளவில் சதவீதம்	நிறுவபட்டுள்ள உலைகளின் எண்ணிக்கை
ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள்	1	229372	47.1	236
ஜப்பான்	2	65523	13.4	69
ஜெர்மனி (மேற்கு)	3	33054	6.8	38
இங்கிலாந்து	4	18899	3.9	48
கனடா	5	16986	3.5	25
ரஷியா	6	15611	3.2	27
பிரான்ஸ்	7	14361	3.0	20
ஸ்வீடன்	8	13629	2.8	19
ஸ்பெய்ன்	9	11242	2.3	14
ஸ்விட்சர்லாந்து	10	6961	1.4	10
இத்தாலி	11	4897		8
தாய்வன்	12	4708		6
மெக்ஸிகோ	13	3800		4
அர்ஜென்டினா	14	3718		6
பெல்ஜியம்	15	3250		5
பிரேசில்	16	3026		4
பின்லாந்து	17	2820		5
ஜெர்மனி (கிழக்கு)	18	2530		6
செகொஸ்லோவாகியா	19	2485		5
நெதர்லாண்ட்ஸ்	20	2105		4
இந்தியா	21	2100		6
பல்கேரியா	22	2025		5
கிரீஸ்	23	1950		3
ஆஸ்திரியா	24	1900		2

தொடர்ச்சி

நாடு	நிலை	நிகர சக்தி மெ.வா.மி.	உலகம் முழுவதற்கும் உள்ள அளவில் சதவீதம்	நிறுவப்பட்டுள்ள உலைகளின் எண்ணிக்கை
தென் ஆப்ரிக்கா		1900		3
நார்வே	25	1400		2
யுகோஸ்லாவியா		1400		2
பிலிப்பைன்ஸ்	26	1200		2
தென் கொரியா	27	1164		2
லக்சம்பர்க்	28	1100		1
பாகிஸ்தான்	29	1025		3
சிலி	30	1000		2
ஹாங்காங்		1000		2
அயர்லாந்து		1000		3
போலந்து		1000		1
ஹங்கேரி	31	880		2
ருமேனியா		880		2
நியூசிலாந்து	32	840		2
ஆஸ்திரேலியா	33	800		1
போர்சுகல்	34	500		1
சிங்கப்பூர்		500		1
தாய்லாந்து		500		1
ஈரான்	35	400		1
இஸ்ரேல்		400		1
ஜெமைகா		400		2
துருக்கி	36	325		1
பங்களாதேஷ்	37	200		1
		486766		614

அட்டவணை-9

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் மின்ஆக்க அளவும், சக்திப் பயன்பாட்டின் முன்னறிவிப்பும்

	வகை	1960	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
பயன் படுத்தப் பட்ட சக்தி	1	247	329	357	378	401	429	462	499
மில்லியன் பி.வெ.அ. ஒருவருக்கு	2	247	329	372	428	485	558	635	719
	3	247	329	376	434	497	569	650	737
	4	247	329	364	399	438	494	563	642
மின் ஆக்கம் செய்வதற்காகப்	1	.18	.24	.29	.33	.37	.42	.46	.51
பயன் படுத்தப்பட்ட பின்ன	2	.18	.24	.29	.31	.34	.40	.45	.50
அளவு	3	.18	.24	.29	.34	.38	.43	.49	.54
	4	.18	.24	.29	.32	.36	.41	.46	.50
மின் ஆக்கம் செய்வதற்காகப்	1	44.2	80.3	105	125	148	180	215	253
பயன்படுத்தப் பட்ட சக்தி அளவு	2	44.2	80.3	107	133	166	220	283	357
மில்லியன் பி.வெ.அ. ஒருவருக்கு	3	44.2	80.3	111	147	189	246	316	399
	4	44.2	80.3	107	129	156	201	257	324
தோன்றும் அளவுக் கூறு	1, 2, 3, 4	.49	.52	.50	.49	.50	.51	.51	.52
வெப்பவீதம், ஆயிரம் பி.வெ.அ. ஒரு கி.வா.மணிக்கு	1, 2, 3, 4	10.7	10.5	10.2	10.1	10.0	9.8	9.8	9.6

அட்டவணை-9 (தொடர்ச்சி)

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் மின்ஆக்க அளவும்,சக்திப் பயன்பாட்டின் முன்னறிவிப்பும்

வகை		1960	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
ஒருவருக்கான மொத்த மின் ஆக்க	1	.97	1.67	2.36	2.88	3.33	4.14	4.90	5.81
அளவு.கி.வா. ஒருவருக்கானது	2	.97	1.67	2.41	3.07	3.76	5.07	6.45	8.19
	3	.97	1.67	2.50	3.38	4.25	5.67	7.27	9.22
	4	.97	1.67	2.41	2.99	3.52	4.62	5.85	7.45
மொத்த மின் ஆக்க அளவு	1	168	341	510	655	800	1040	1280	1575
ஆயிர்ம் அளவில் மெ.வா.	2	168	341	520	700	903	1275	1685	2220
	3	168	341	540	770	1020	1425	1900	2500
	4	168	341	520	680	865	1160	1530	2020
மொத்த அணுசக்தி ஆக்க அளவு	1	.02	5.8	43.3	85.0	230.9	410	620	850
ஆயிரம் அளவில் மெ.வா.	2	.02	5.8	47.3	102.1	260.0	500	820	1200
	3	.02	5.8	52.0	112.4	275.0	575	960	1400
	4	.02	5.8	47.3	102.1	250.0	475	760	1090

வகை ஒன்றில் காட்டியபடி அணுசக்தித் திட்டத்தை நிறைவேற்றுவதற்குத் தேவையான காலம் திட்டமிடவும் வடிவமைக்கவும் இசைவளிக்கவும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை பற்றிய அறிக்கை தயாரிக்கவும் இவற்றிற்காக இரண்டாண்டுகளும், கட்டுமான அனுமதி வழங்கிட இரண்டாண்டுகளும், கட்டுமான வேலை முடிப்பதற்கு மற்றும் ஆறாண்டுகளும் ஆகும். அட்டவணை 9 இல் காட்டியவாறு வகை 1, 1980 முடிய அணுசக்தி ஆக்க அளவு (Nuclear generating capacity) மொத்த மின் ஆக்க அமைப்பு அளவான (Total electrical generating system capacity) 655000 மெகாவாட் அளவில் 85000 மெகாவாட் அளவை அணுசக்தி ஆக்க அளவாக முன்னறிவிப்புச் செய்கிறது. ஒப்பிடும்போது தற்போதுள்ள பயனாக்க அட்டவணைகள் (Utility schedules) 1980இல் அணுசக்தி ஆக்கம் 124000 மெகா வாட்டாக இருக்குமென்றும், 1985இல் வகை 1இல் 231000 மெகா வாட் ஆக இருக்கும் என்றும் எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

வகை 2

இவ்வகை 1970இலிருந்து நிலவிய கட்டுமான ஒழுங்கு முறைகளில் ஏற்பட்ட அனுபவத்தைக் கொண்டு மேம்பாடு செய்ய வேண்டும் என்று கருதுகிறது. அணுசக்தி ஆக்கத் திட்டத்திற்கான (Nuclear power project) காலவரையறை சராசரியாக எட்டாண்டுகள் எனக் கொள்ளப்படுகிறது. இதில் 15 மாதங்கள் திட்டமிடவும் வடிவமைக்கவும் அனுமதி வழங்கிடவும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை அறிக்கை தயாரித்திடவும், 15 மாதங்கள் கட்டுமான அனுமதி வழங்கிடவும், 5.5 ஆண்டுகள் கட்டி முடித்து உற்பத்தி தொடங்கவும் ஆகும் எனக் கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றது. அப்போது மொத்த அமைப்பு அளவான (Total system capacity) 700000 மெகா வாட்டில் அணுசக்தி ஆக்கம் 1980இல் 102100 மெகா வாட்டாக இருக்கும். 1985இல் அணுசக்தி ஆக்க அளவு 260000 மெகா வாட்டாக இருக்குமெனக் கணக்கிடப்படுகிறது.

வகை 3

இவ்வகையில் கட்டுமான அமைப்புகளிலும் ஒழுங்கு முறைகளிலும் (Regulatory processes) கூடுதல் மேம்பாடு அடையச் செய்யவேண்டும் என்று கருதப்படுகிறது. கட்டுமான வேலைகள் கட்டுமானத்திற்கான முன் அனுமதி (Construction permit), பாதுகாப்பு பற்றிய ஆய்வு (Safety review), இவைகளுக்கு, முன்னதாகவே ஆரம்பிக்கப்பட வேண்டுமென்று புதிய சட்டங்களும் விதிகளும் அனுமதி அளிக்க வேண்டும் என்று கொள்ளப்படுகிறது. இடச் சுற்றுப்புற ஆய்வு (Site environmental review), பாதுகாப்பு பற்றிய ஆய்விலிருந்து முற்றிலுமாகப் பிரிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. அனுமதி வழங்கிடக் கேட்கும்போது தரமான நிலைய அமைப்புகள் (Standardized plant designs) பயன்படுத்தப்படும் என்று கொள்ளப்படுகிறது. மொத்த அணு சக்தித் திட்டக்காலம் ஆறு ஆண்டுகளாகக் குறிக்கப்பட்டு அதில் ஓராண்டு வடிவமைக்கவும் திட்டமிடவும் அனுமதி வழங்கக் கேட்கவும், சுற்றுப்புற ஆய்விற்காகவும், 5 ஆண்டுகள் கட்டவும் ஆரம்பிக்கவும் இக்காலத்திலேயே இயக்குதற்கான அனுமதி ஆய்வும் ஒப்புதல் பெற்றிடவும் கொள்ளப்படுகின்றன. இதைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது அணுசக்தி ஆக்கம் 1980இல் மொத்த அமைப்பு அளவான 770000 மெகா வாட்டில் 112400 மெகாவாட்டாக இருக்கும். 1985இல் 275000 மெகா வாட்டாக இருக்குமென்றும் கணக்கிடப்படுகிறது.

வகை 4

அண்மைக் காலத்தில் மின்சார உபயோகத்தின் வளர்ச்சி வீத அளவில் (growthrate) பொதுவாகக் குறைவு ஏற்படும் என்று கருதப்படுகிறது. 1980-இல் மொத்த மின் ஆக்கஅளவு வகை 2இல்கூறப்பட்ட 700000 மெகா வாட்டிற்குப் பதிலாக 680000 மெகாவாட் என்றும், மேலும் இது வகை 2இல் கூறப்பட்ட அதே அணுசக்தி அளவான 102100 மெகாவாட் என்றும், அதே அணு சக்தித் திட்ட அட்டவணையினைக் (Nuclear Project Schedules) கொண்டதாக இருக்கும் என்றும் கருத்திற் கொள்ளப்படுகிறது. அண்மைக் காலத்தில் மின் ஆக்கக் குறைப்பு எண்ணெய்-வாயு எரிக்கும் மின்-நிலையங்களைக் (Oil-and-gas-fired-plants) குறைத்து, அதனால் எண்ணெய்-வாயுவினைக் குறைக்கவேண்டும், 1985இல் அணுசக்தி ஆக்கம் 250000 மெகா வாட்டாக இருக்கும் எனக் கணக்கிடப்படுகிறது.

நீண்ட காலம்

1980க்கும் மேற்பட்ட கணக்கீடுகள், நிகழவிருக்கும் தொழில் நுட்பமாற்றங்களையும், அதற்கான வேறுபட்ட செலவினையும், பொருளாதார அமைப்பு மாற்றங்களையும் (Structural changes in the economy), வாழ்க்கை நிலையினைக் கருதிக் குடிமக்களது அணுசக்தி பற்றிய நோக்கையும் (Attitudes of the citizenry), உலக முழுவதிற்குமான அரசியல் சூழ்நிலையையும் கருத்தில் கொண்டு அமைய வேண்டும். 1970 இன் மத்தியில் இத்தகைய வேறுபாடுகள் இருந்தன. நீண்டகால நோக்குகளின் (Long term projections) முக்கியத்துவம் குறைந்தும் செயல் சாராமலும் இருந்தன. பல்வேறுபட்ட சக்தி சார்ந்த 2000 ஆண்டிற்கான மதிப்பீடு 10வது அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

கொதிநீர் உலை (Boiling water reactor)

வெப்ப மூலத்தைக் (Heat Source) கருத்தில் கொள்ளாமல் நோக்கும்போது, கொதிநீர் உலையின் (கொ.நீ.உ.) ஆக்கச் சுழற்சி (Generation cycle) புதைபடிவு எரிபொருள் சக்தி நிலையங்களைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கும். முதல் வியாபார நோக்குடைய கொ.நீ.உ. ''வேலசிடாஸ்'' கொ.நீ.உ. ஆகும். இது 1000 ப.ச.அ. உலையையும் 5 மெகாவாட் மின் ஆக்கியையும் கொண்டு பசுபிக் வாயு, மின்சார நிறுவனத்தின் மின் அமைப்பிற்கு 1963ஆம் ஆண்டு முதல் மின்சக்தி வழங்கியது. இப்

அட்டவணை-10

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் மொத்த சக்தி வழங்கீட்டின் முன்னறிவிப்பு குவாட்ரில்லியன் (10^{15} பி.வெ.அ.)

குவாட்ரில்லியன் (10^{15}) பி.வெ.அ									
	வகை 1			வகை 2		வகை 3		வகை 4	
	1973	1985	2000	1985	2000	1985	2000	1985	2000
மின்சாரம்									
எண்ணெய்	3.4	6.2	4.1	6.4	8.3	7.2	8.3	6.1	6.5
வாயு	3.9	3.1	1.0	3.3	2.1	3.7	2.1	3.0	1.6
நிலக்கரி	8.7	9.6	10.6	12.0	14.2	15.1	14.8	10.5	13.8
அணுக்கரு	0.9	13.2	47.8	14.6	66.9	15.7	78.5	14.2	60.8
மற்றவை	2.9	3.6	5.3	3.6	5.3	3.6	5.2	3.6	5.2
மொத்தம்	19.8	35.7	68.8	39.9	96.8	45.3	108.9	37.4	87.9
மின்சாரம் சாராத									
எண்ணெய்	31.3	31.5	37.5	42.3	59.6	40.8	54.1	36.4	49.9
வாயு	19.7	19.3	16.0	24.1	23.9	22.4	22.3	21.5	24.2
நிலக்கரி	4.8	9.7	13.0	10.3	14.7	10.9	14.3	9.5	12.3
மொத்தம்	55.8	60.5	66.5	76.7	98.2	74.1	90.7	67.4	86.4
சுருக்கம்									
எண்ணெய்:									
உள்நாட்டில் கிடைப்பது	22.2								
வெளிநாட்டிலிருந்து பெறப்பட்டது	12.5								
மொத்தம்	34.7	37.7	41.6	48.7	67.9	48.0	62.4	42.5	56.4

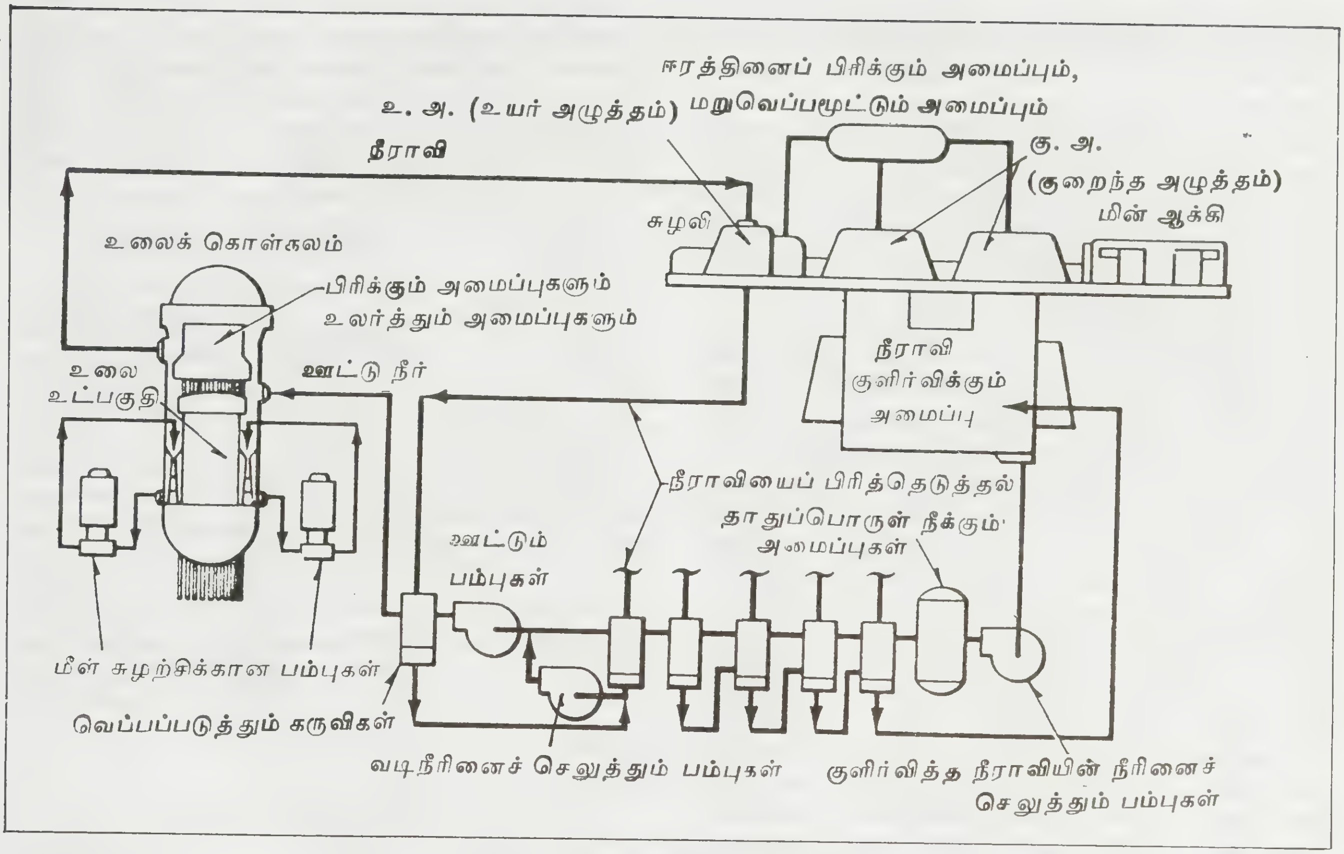
தொடர்ச்சி

அட்டவணை-10

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின்மொத்த சக்தி வழங்கீட்டின் முன்னறிவிப்பு
குவாட்ரில்லியன் (10^{15}) பி.வெ.அ.

குவாட்ரில்லியன் (10^{15}) பி.வெ.அ.									
		வகை 1		வகை 2		வகை 3		வகை 4	
	1973	1985	2000	1985	2000	1985	2000	1985	2000
வாயு									
இயற்கை	23.6	22.4	17.0	27.4	26.0	26.1	24.4	24.5	25.8
கூட்டிணைப்பு முறையால் உருவாக்கப்பட்டது	0	(2.1)	(4.1)	(2.2)	(4.5)	(2.8)	(4.3)	(2.1)	(4.1)
மொத்தம்	23.6	(24.5)	(21.1)	(29.6)	(30.5)	(28.9)	(28.7)	(26.6)	(29.9)
நிலக்கரி [அ]	13.5	19.3	23.6	22.3	28.9	26.0	29.1	20.0	26.1
அணுக்கரு	0.9	13.2	47.8	14.6	66.9	15.7	78.5	14.2	60.8
மற்றவை	2.9	3.6	5.3	3.6	5.3	3.6	5.2	3.6	5.2
	75.6	96.2	135.3	116.6	195.0	119.4	199.6	104.8	174.3

அ. கூட்டிணைப்பு முறையால் உருவாக்கப்பட்ட வாயுவிற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட நிலக்கரியையும் சேர்ந்ததாகும்.



படம் 1. நேர் சுழற்சி உலை அமைப்பு

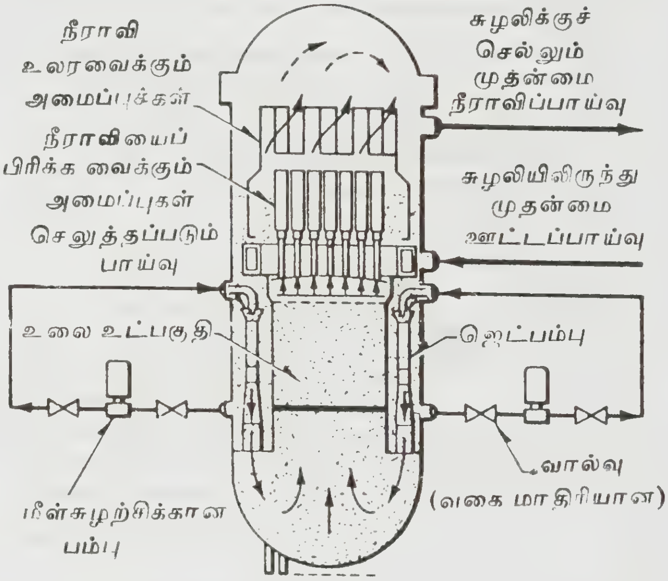
போது கொ.நீ.உ.யின் சக்தி வெளிப்பாட்டுத் திறன் 650 மெ.வா. அளவிலிருந்து 1440மெ.வா.மி. மொத்த அளவில் கிடைக்கின்றது. உலகம் முழுவதும் 30க்கும் மேற்பட்ட கொதிநீர் உலைகள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. 1970க்குப் பிற்பட்ட உலைகளைப் போன்ற திட்டங்கள் நூற்றுக்கும் மேற்பட்டு அமைக்கப்படவிருக்கின்றன.

நேர் சுழற்சி கொதிநீர் உலை அணுக்கரு அமைப்பு (Direct cycle boiling water reactor nuclear system) (படம் 1) நீராவி ஆக்க அமைப்பாகும். இது ஓர் அழுத்தக் கொள்கலத்தில் (Pressure vessel) அணுக்கரு உட்பகுதியும் உள்ளீட்டு அமைப்பும் (Core and internal structure) ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு, அணு உலைக்குத் தேவையான இயக்கமும், பாதுகாப்புத் தேவைகளைக் கொண்ட துணை அமைப்புகளும் (Auxiliary systems), தேவைய்யான கட்டுப்பாடுகளும் கருவிகளும் (Controls and instrumentation) கொண்டதாய் இருக்கும். உலை உட்பகுதி வழியாக நீர் சுற்றிச் செலுத்தப்பட்டு நிறை செறிந்த நீராவியினைத் (Saturated steam) தோற்றுவிக்கும். இது மீள்சுற்றிச் செலுத்தும் நீரிலிருந்து (Recirculation water) பிரிக்கப்பட்டுக் கொள்கலத்தில் உயரப்பகுதியில் உலர்த்தப்பட்டு நீராவிச் சுழலி மின் ஆக்கியில் (Steamturbine generator), செலுத்தப்படுகிறது. சுழலி, வழக்கமான மீள் ஆக்கச் சுழற்சியுடையதாக (Conventional regenerative cycle) காற்று நீக்கங்கொண்ட வடிகலனுடன் (Condenser deaeration) வடிக்கப்பட்ட பொருளின் தாதுப்பொருள் நீக்கும் (Condensate demineralization) அமைப்புடன் செயல்படுகிறது. இயல்பான வடிவமைப்புக் கொண்டு நம்பத்தக்கதாயும் எளிதில்கிடைக்கக் கூடியதாயும் இருப்பதால் நேர்சுழற்சி அமைப்பு பயன் படுத்தப்படுகிறது.

கொ.நீ.உ.இல்கிடைக்கும் நீராவி கதிரியக்கம் (Radioactive) கொண்டதாய் இருக்கும். கதிரியக்கத்திற்கு முதன்மைக் காரணமாய் இருப்பது 16N மிகக் குறுகிய வாழ்வுடைய நைட்ரஜன் ஓரகத்தனிமம் (7 நொடிகள் அரை-வாழ்வு-(half life). இதனால் நீராவி அமைப்பின் கதிரியக்கம், சக்தி ஆக்கம் செய்யும் நேர அளவு வரை இருக்கும். நீண்ட கால அனுபவத்தில், கொ.நீ.உ. சுழ்லியினை மூடிவிட்டுப் பாராமரிக்கும்போது வடிக்கப்பட்ட பொருள் (Condensate), ஊட்டு நீர் உள் உறுப்பு (Feed water components) இவற்றின் பராமரிப்பினைப் புதைபடிவு எரிபொருள் நிலைய அமைப்பில் செய்வது போன்றே செய்யலாம் என்று அறியப்பட்டது. முதன்மை அமைப்பில் (Primary system) தோன்றும் நீண்ட வாழ்வுடைய கதிரியக்கத் துகள்கள் (Long-lived radio active particles) சுழலியின் ஊட்டுநீர் அமைப்பில் (Turbine-feed water system) கொண்டு சென்று இருக்கக்கூடிய வாய்ப்பு ஏதும் இல்லை.

1974இலேயே, G.E கொ.நீ.உ.யில் 170 பில்லியன் கிலோவாட் மணிவரை இயக்கப்படும் அனுபவம் கிடைத்தது. அணுசக்தி வெப்பம் தாங்கிய உலை உட்பகுதி,எரிபொருள் ஒன்று கூட்டப்பட்ட அமைப்பையும், கட்டுப் படுத்தும் கோல்களை(Fuel assemblies and controlrods) உலைக் கொள்கலத்தில் கொண்டதாய், மீள்சுழற்சி நீர் அமைப்பால் (Recirculating water system) குளிர்விக்கப்படுவதாய் இருக்கும். ஒரு 1220 மெ.வா.மி.கொ.நீ.உ. 6 உட்பகுதியில் 732 எரிபொருள் கூட்டு அமைப்பையும் (Fuel assemblies), 177 கட்டுப்படுத்தும் கோல்களையும் கொண்டு உட்பகுதி வரிசை 16 அடி விட்டமுடையதாயும் 14 அடி உயரமுடையதாயும் இருக்கும். உலை உட்பகுதியில் கட்டுப்படுத்தும் கோல்களை உயர்த்தியோ தாழ்த்தியோ சக்தியின் அளவினை நிலை நிறுத்தலாம் அல்லது வேறுபடுத்தலாம். கொ. நீ. உ. யின் உட்பகுதிச் சக்தி அளவினை (Core power level) மீள் சுழற்சிப் பாய்வு வேக வீதத்தினை (Recirculation flow rate) மாற்றியும், கட்டுப்படுத்தும் கோலின் நிலையை மாற்றாமலும் வேறுபடுத்தலாம். இத்தனிச் சிறப்பினால் இது மிகச் சிறந்த பளுவினைப் பின்பற்றும் வல்லமை (Load-following capacity) பெறுகிறது.

கொ. நீ. உ. மென்னீர் உலை அமைப்பாகும். இது அடிப்பகுதி நுழைவுக் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களைக் கொண்டது. முதன்முதலில் கட்டப்பட்ட கொ. நீ. உலையிலிருந்து அடிப்பகுதி நுழைவு கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஏனெனில் இதனால் எதிர் இயக்கமும் (reactivity) தாமதமாக்கி அடர்த்தியும் (Moderator density) உலை உட்புறக் கீழ்ப் பகுதியில் உயர்ந்து காணப்படுகின்றன. இவை சிறப்பான சக்தி வடிவு கொண்ட பண்புகளை (Power shaping characteristics) உலை உட்பகுதி வகைக்கு ஏற்றவாறு வழங்குகின்றன. இவ்வுலையில் தாமதமாக்கியின் அடர்த்தி சக்திநிலை அளவிற்கு ஏற்றவாறு மாற்றப் படுகிறது. அடிப்பகுதி நுழைவும் அடிப்பகுதியில் பொருத்தப்பட்ட கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களைச் செலுத்துதலும் (Bottom entry and bottom mounted control rod drives) கொண்ட அமைப்பினால் கோல்களையும் அவற்றைச் செலுத்துவதையும் மாற்றாமல் எரிபொருள் மாற்றம் செய்ய வழி ஏற்படுகிறது. இம்முறையில் முதலில் எரிபொருள் வைக்காதிருக்கும்போதும், அல்லது ஒவ்வோர் எரிபொருள் மாற்றும் செயலிலும் திறந்த கொள்கலத்தில், செலுத்திடும் சோதனைகளைச் (Drive testing) செய்விக்க வகை உண்டாகிறது. உலை அமைப்பு அழுத்தத்தைக் (Reactor system pressure) கொண்டு இயங்கும் நீரியல் அமைப்பு (Hydraulic system), கோல் செலுத்தும் விசையினைக் (Rod insertion forces) கட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்விசை புவியீர்ப்பு விசையைக் காட்டிலும் அல்லது இயக்க அமைப்புகளின் விசையைக் காட்டிலும் அதிகமாகும். கொ.நீ.உ. அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலையைக் (Pressurized water reactor) காட்டிலும் பெரும்பாலும்குறைந்தமுதன்மைக்குளிர்விப்பான் பாய்வினை (Primary coolant flow) உலை உட்பகுதி வழியாகப் பெற்றுக்கொள்கிறது. கொ.நீ. உலையின் உலை உட்பகுதிப்பாய்வு (Core flow) ஊட்டுநீர்ப் பாய்வு, மீள் சுற்றுப் பாய்வு (Feed water flow and the recirculation flow) ஆகியவற்றின் கூடுதல் ஆகும். உலைக் கொள்கலனின் (Reactor vessel) உட்பகுதியில் ஜெட் பம்புகள் (Jet pumps) அமைக்கப்பட்டுள்ளன, (2ஆம் படம் பார்க்க). வெளிப்புற மீள் சுழற்சிப் பம்பு



படம் 2. கொதி நீர் உலையின் நீராவி மற்றும் மீள் சுழற்சியுடைய நீர்ப் பாய்வு வழிகள்.

களிலிருந்து (External recirculation pumps) ஜெட் பம்புகள், செலுத்தும் விசையினைப் பெற்று, உலைக் கொள்கலத்தினுள் மூன்றில் இரண்டு பங்கு மீள் சுற்றுப்பாய்வினைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஜெட்பம்புகள் கொதி நீர் உலை வடிமைப்பில் இயல்பான பாதுகாப்பினைக் குளிர்விப்பான் இழந்த இக்கட்டான நிலைகளில் (Loss of coolant emergency conditions) வழங்குகிறது. ஏனென்றால் இவை ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வெளிப்புற மீள் சுழற்சி வளைவுகளை (External recirculation loops) இயங்கா நிலையிலும் தோற்றுவித்து உள் சுழற்சியை (Internal circulation) வழங்குகின்றன. இயற்கையான ஜெட் பம்பு சுழற்சி வழியாகக்கொ.நீ.உ. மூன்றில் ஒரு பங்கு சக்தியை வழங்குகிறது. இம்முக்கியமான செயல் வல்லமை உலையின் ''இருட்டு ஆரம்பம்'' (Black start) (உலையின் முழுவதும் புதிய ஆரம்பம்) எவ்வகை வெளிச்சக்தியின் உதவி இல்லாமலும் செய்யப்பயன்படுகிறது.

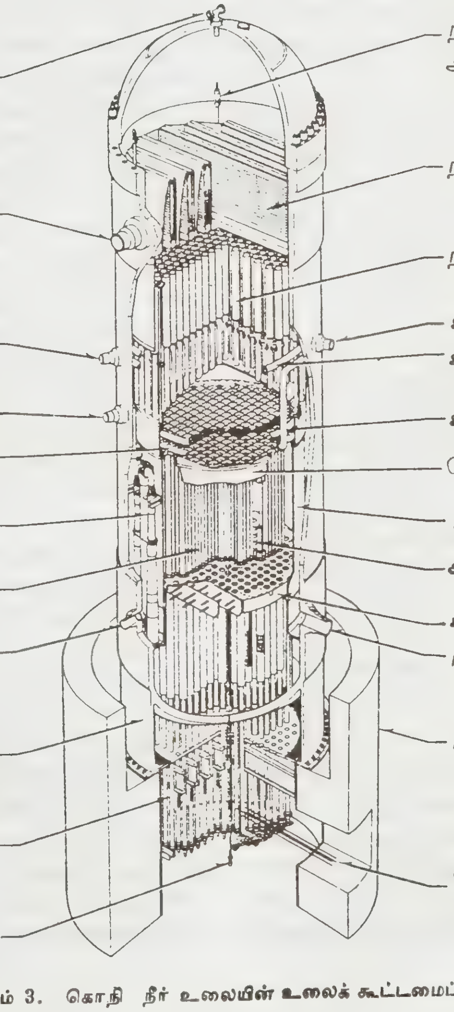
புதைபடிவு எரிபொருள் கொதிகலன்களைப் (Fossil-fuelled boilers) போலவே கொ.நீ.உ. நிலைத்த அழுத்தத்தில் செயல்பட்டு நிலைத்த நீராவி அழுத்தத்தை நிலைக்கச் செய்கிறது. சம அழுத்தத்தையும் தரத்தையும் கொண்ட நீராவியைத் தோற்றுவித்து கொ.நீ.உ. முதன்மை அமைப்பு (BWR primary system) அழுத்தக்

கட்டுப்பாட்டு நீர் உலை முதன்மை அமைப்பில் (Pressurized water reactor primary system) உள்ளது போன்று இரண்டில் ஒரு பங்கு அழுத்தத்தில் செயல்படுகிறது.

சுழலியில் வேறுபட்ட சுமைத் தேவைகளைக் (Varying load demands) கொள்வதற்காக, நீராவிப் பாய்வில் தானியங்கிய மாற்றங்களைச் செய்விக்க (Automated changes in steam flow) சுழலி அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (Turbine pressure regulator), கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (Control system), உலைநீர் மீள் சுழற்சிப் பாய்வு கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (Reactor water recirculation flow control system) ஆகியவற்றை ஒருங்கிணைக்க வேண்டும். 25% வரையிலான சக்தி மாற்றங்கள் (Power changes) மீள் சுழற்சிப்பாய்வுக் கட்டுப்பாட்டின் வழியாக ஒரு நிமிடத்திற்கு 15% வீதம் அதிகப்படுத்தியும், ஒரு நிமிடத்திற்கு 60% வீதம் குறைத்தும் தானாகவே அடைய முடியும். சுமையினைப் பின்பற்றும் செயல் வல்லமையை (Load following capability) இது வழங்குகிறது. இதனால் சக்தித் தேவையின் (Power demand) வேகமான மாற்றங்களைப் பின்பற்ற இயலும்.

அணுக்கருக் கொதி கலன் கூட்டமைப்பு (Nuclear Boiler Assembly)

சுழலி மின் ஆக்கிக்குத் (Turbine-generator) தேவையான நீராவியினைத் தோற்றுவிக்கவும் உள் அடக்கி வைக்கவும் கட்டுப்படுத்தவும் (Produce, contain and control) தேவையான சாதனங்களையும் கருவிகளையும் இவ்வமைப்பு பெற்றுள்ளது. அணுக்கருக் கொதி கலனின் முக்கியமான உள் உறுப்புகளான: 1) உலை கொள் கலனும் அதன் உட்பகுதியும் (Reactor Vessel and internals), உலை அழுத்தக் கொள்கலம் (Reactor pressure vessel), உலைநீர் சுழற்சிக்கான ஜெட் பம்புகள், நீராவியைப் பிரிப்பதற்கும் உலர்த்துவதற்குமான அமைப்புகள் (Steam separators and dryers), உலை உட்பகுதியைத் தாங்கும் அமைப்புகள் (Core support structure) 2) உலைநீர் மீள்சுழற்சி அமைப்பு (Reactor water recirculation system)-பம்புகள் வால்வுகள் குழாய்கள் ஆகியன கட்டுப்படுத்தப்பட்ட உலை உட்பகுதிப் பாய்விற்கு வகை செய்கின்றன. 3) முக்கிய நீராவி வழிகள்-முக்கிய நீராவிப் பாதுகாப்பும் இடர்காப்பு உதவிக்கான வால்வுகளும் (Steam safety and relief valves), குழாய்களும் உலை அழுத்தக் கொள்கலத்தி



படம் 3. கொதி நீர் உலையின் உலைக் கூட்டமைப்பு

லிருந்து (Reactor pressure vessel) முதன்மை உள் அடக்க அரணின் (Primary containment barrier) வெளிப்புறத்திலுள்ள தனிமைப்படுத்தும் வால்வுகள் (Isolation valves) வரையிலான குழாய்த் தாங்கிகளும், 4) கட்டுப்படுத்தும் கோல் செலுத்தும் அமைப்பு (Control rod drive system) – கட்டுப்படுத்தும் கோல்கள், கட்டுப்படுத்தும் கோல் செலுத்தும் இயக்க அமைப்புகள் (Mechanisms), கட்டுப்படுத்தும் கோல்களை உட்செருகவும் வெளியே இழுப்பதற்குமான நீரியல் அமைப்புகள் (Hydraulic systems -5) அணுக்கரு எரிபொருளும் (Nuclear fuel) உலை உட்பகுதிக்கான கருவிகளும் (Incore instrumentation).

உலைக் கூட்டமைப்பு (Reactor Assembly)

இந்தக் கூட்டமைப்பில் (படம் 3) உலைக் கொள்கலம், உட்பகுதியின் உள் உறுப்புக்கள், மூடி (Shroud), மேற்பக்க இயக்கும் தண்டுக் கூட்டமைப்பு (Top guide assembly), உட்புறத் தட்டுக் கூட்டமைப்புகள் (Core plate assemblies), நீராவியைப் பிரித்தெடுக்கும் அமைப்பு, உலர்த்தும் கூட்டமைப்புகள் (Steam separator and dryer assemblies), ஜெட் பம்புகள் ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள், கட்டுப்பாட்டுக் கோல் செலுத்தும் அமைவிடங்கள் (Control rod drive housings), மேலும் கட்டுப்பாட்டுக் கோல் செலுத்துதல் ஆகியவையும் உலைக்கூட்டமைப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

உட்பகுதியைச் சேர்ந்த ஒவ்வோர் எரிபொருள் கூட்டமைப்பும் (Fuel assembly) கட்டுப்பாட்டுக்கோல்இயக்கக் குழாய்கள் (Control rod guide tubes) மேல் பொருத்தப் பட்ட துளையிடப்பட்ட எரிபொருள் தாங்கியின் (Orificed fuel support) மேல் வைக்கப் பட்டுள்ளது. ஒவ்வோர் இயக்கக் குழாயும் (Guide tube) அதனுடைய எரிபொருள் தாங்கிப் பகுதியுடன் (Fuel support piece) சேர்ந்து நான்கு கூட்டமைப்புகளின் எடையைத் தாங்குகிறது. அது மேலும் உலைக் கொள்கலத்தின் அடிப்புறத் தலைப்பகுதியிலுள்ள (Bottom head of the reactor vessel) கட்டுப்படுத்தும் கோலினால் இயக்கிடும் ஊடுருவும் குழாய் முனையில் (Control rod drive penetration nozzle) தாங்கப்பட்டுள்ளது. உட்பகுதித் தட்டு (Core plate) ஒவ்வொரு கட்டுப்பாட்டுக் கோல் இயக்கக் குழாயின் மேற்புறமும் பக்க இயக்கத்திற்கு (Lateral guidance) இடமளிக்கிறது. ஒவ்வோர் எரிபொருள் கூட்டமைப்பின் மேற்புறத்திலும் மேற்பக்க இயக்க அமைப்பு (Top guide) பக்கத்தாங்கலுக்கு (Lateral support) உதவுகிறது.

எரிபொருள் கூட்டமைப்புகளின் இடைப்பகுதியில் கட்டுப்படுத்தும் கோல்கள், ஒன்று விட்ட இடங்களில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும் உலை இயக்கத்தில் உலை உட்பகுதியின் கீழ் உள்ள இயக்கும் குழாய்களுக்குள் கட்டுப்படுத்தும்கோல்கள் பின் இழுக்கப்படுகின்றன. இட அமைப்புக்குள் பொருத்தப்பட்டுள்ள கட்டுப்பாட்டுக் கோல் செலுத்தும் அமைப்புகளுடன் கோல்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை உலைக் கொள்கலத்தின் அடிப் பகுதித் தலைப்புறத்தில் பற்ற வைத்துப் பிணைக்கப் பட்டுள்ளன (Welded). அடிப்பகுதி நுழைவுச் செலுத்தல்கள் (Bottom entry drives) எரிபொருள் மாற்றம் செய்திடும்போது குறுக்கிடுவதில்லை. கோல் செலுத்தும் கூட்டமைப்பினை (Rod drive assembly) எளிதாக எடுக்கவும் பராமரிக்கவும் ஒவ்வோர் இட அமைவு அடிப்பகுதியிலும் ஓர் இருகூறு இணைப்பு (Flanged joint) அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

உலை உட்பகுதியில் ''சிர்கலாய்'' (Zircaloy) தவிர உலை உட்புற அமைப்புகள் (Reactor internals) துருப்பிடிக்காத எஃகு அல்லது மற்றசாதாரண அரிப்பு எதிர்க்கும் உலோகக் கலவையால் (corrosion resistant alloys) ஆனவை. உலைக் கொள்கலம் ஓர் அழுத்தக் கொள்கலமாகும். இது ஒரு முழுவிட்ட அளவிலான திறக்கக்கூடிய தலைப் பகுதியைக் (Full diameter removable head) கொண்டது. கொள்கலத்தின் அடிப்படைப் பொருள் குறைந்த உலோகக் கலவையினால் ஆக்கப்பட்ட எஃகாகும் (Low alloy steel). இது உட்பகுதியில் அணிவிக்கப் பெற்றுள்ளது; ஆனால் குழாய் முனைப்பகுதிகளுக்கு (Nozzles) மேற்புறமாகத் தேவையான அரித்தல் எதிர்ப்பினை வழங்கிடத் துருப்பிடிக்காத எஃகு பற்றவைத்துப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

உலை உட்பகுதியைச் சுற்றியுள்ள மூடி உருளையான துருப்பிடிக்காத எஃகு அமைப்பால் (Cylindrical steel structure) ஆக்கப்பட்டதாகும். இம்மூடி, வளையவடிவ அமைப்பில் (Annulus) கீழ் நோக்கிய பாய்விலிருந்து உலை உட்பகுதி வழியாக மேல் நோக்கிய பாய்வினைப் பிரிக்கும் தடையாக உள்ளது. இரண்டு வளையத் தூவுகலங்கள் (Spargers) ஒன்று குறைவழுத்த உலை உட்புறத்தூவுதலுக்கும், மற்றொன்று உயர் அழுத்த உலை உட்புறத்தூவுதலுக்கும், உலைமூடியின் (Core shroud) உட்புறத்தில் உலையின் மேற்பகுதிக்கும் நீராவியைப் பிரிக்கும் அடிப்பக்க அமைப்பிற்கும் இடைப் பட்ட இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. நெருக்கடியான நிலைகளில் குளிர்ந்த நீரினைச் செலுத்த உலை உட்பகுதித் தூவு வளையக் கலங்களில் தூவுவதற்கான குழாய் முனைகளைக் (Nozzles) கொண்டுள்ளன. நியூட்ரான் உட்கொள்ளும் (சோடியம் பென்டா போரேட்) கரைசலினை அவசரமாகச் செலுத்துவதற்கான ஒரு குழாய்முனை (Nozzle) மீள்சுழற்சி வாயிற் பகுதி இடைவெளியில் (Recirculation inlet plenum) உலை உட்பகுதியின் அடிப்புறத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

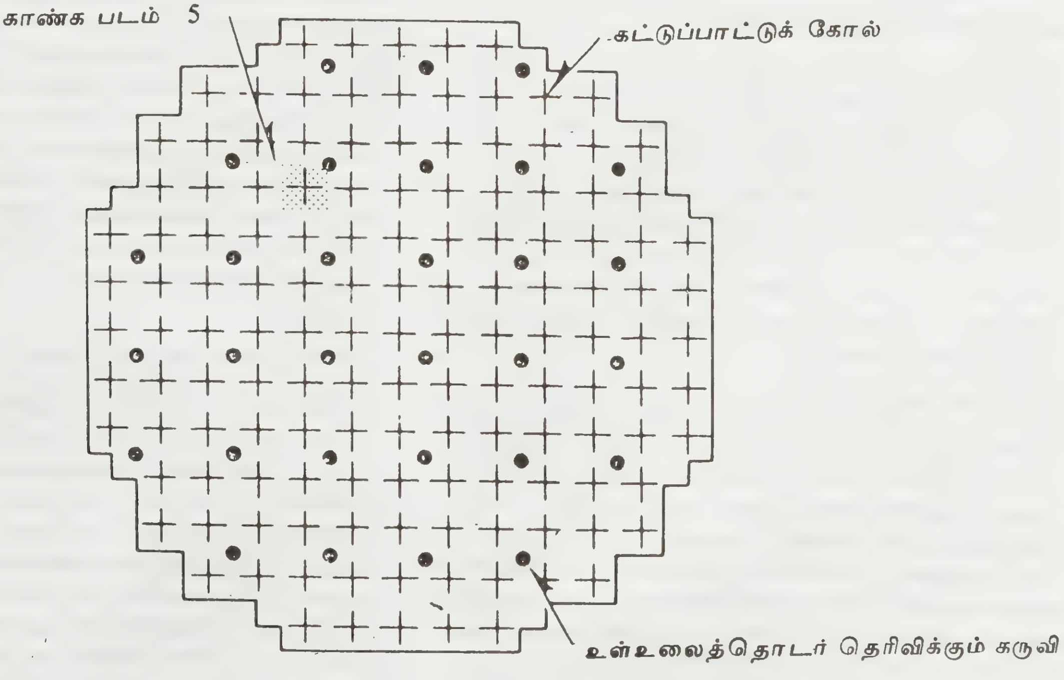
நீராவிப் பிரிப்புக் கூட்டமைப்பு (Steam separator assembly) குவிந்த அடிப்புறம் கொண்டதாயும் அதன் மேல் வரிசையாக நிற்கும் குழாய்கள் (Array of stand pipes) பற்ற வைத்து இணைக்கப்பட்டனவாயும் ஒவ்வொரு நிற்கும் குழாயின் மேலும் 3 நிலை நீராவியைப் பிரிக்கும் அமைப்பு வைக்கப்பட்டுள்ளது. நீராவியைப் பிரிக்கும் கூட்டமைப்பு உலை மூடியின் மேல் விளிம்பின் (Top flange of the core shroud) மேல் வைக்கப்பட்

டுள்ளது. இது உலை உட்பகுதி வெளியேற்று இடை வெளிப்பகுதியின் (Core discharge plenum region) மூடியாக அமைகின்றது. ஒவ்வொரு பிரிக்கும் அமைப்பிலும் நீராவி-நீர்க்கலவையானது நிற்கவைக்கப்பட்டுள்ள குழாய்களின் வழியாக மேலேறிப் பட்டையான தகடுகளின் (Vanes) மீது மோதி அக்கலவைக்கு ஒரு சுழற்சியைக் (Spin) கொடுத்து, நீர்ச்சுழியினைத் (Vortex) தோற்றுவித்து அதனால் அச்சுழற்சிச் சக்திகள் ஒவ்வொரு மூன்று நிலைகளிலும் நீராவியினை நீரினின்றும் பிரிக்கின்றன. பிரிக்கும் அமைப்பின் மேலே நீராவி பிரிக்கப்பட்டு, உலர்த்தும் அமைப்பிற்குக் கீழே ஈர நீராவி கொள்ளும் இடத்தில் செல்கிறது. ஒவ்வொரு பிரிக்கும் நிலையிலும் அடிப்புற முனைவழியாக பிரிக்கப்பட்ட நீர் வெளியேறி நிற்கும் குழாய்களைச் சுற்றியுள்ள நீர்க்குளத்தில் நுழைந்து பின்னர் கீழே செல்லும் வளையவடிப் பாய்வில் (Annulus flow) சேர்ந்து கொள்கிறது.

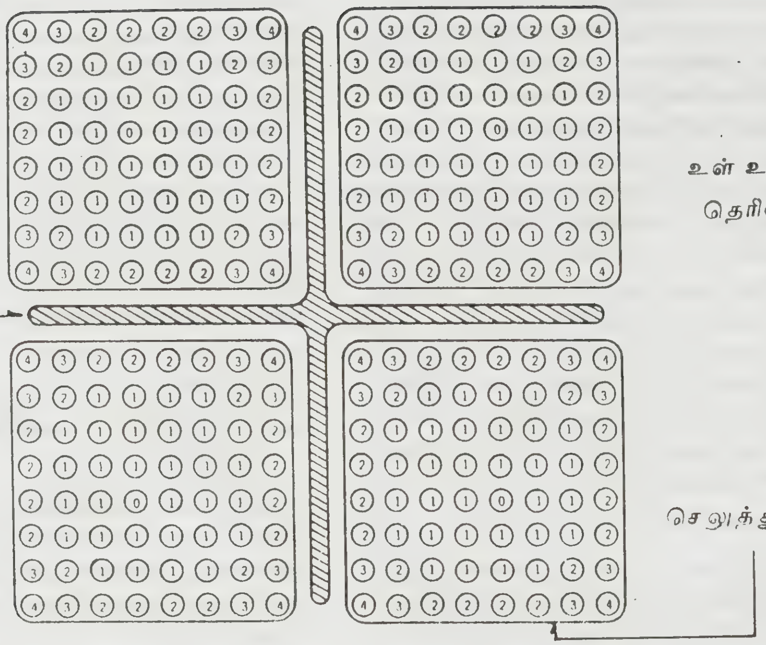
நீராவி உலரவைக்கும் கூட்டமைப்பு (Steam dryer assembly) உலைக்கொள்கலத்தில் பிரிக்கும் கூட்டமைப்பின் (Separator assembly) மேல் பொருத்தப்பட்டு ஈர நீராவி கொள்ளும் இடத்திற்கு (Wet steam plenum) மேற்புறமாகவும் பக்கங்களிலும் அமைகின்றது. கொள்கலத்தின் உட்புறத்திலுள்ள நிறுத்தப்பட்ட நிலையிலுள்ள இயக்கிகள் (Vertical guides) உலரவைக்கும் கூட்டமைப்பினை அமைக்கும்போது ஒழுங்குபடுத்த (Alignment) வகை செய்கிறது. உலரவைக்கும் கூட்டமைப்பு கொள்கலச் சுவரிலிருந்து உட்புறமாக நீட்டிக் கொண்டுள்ள உலோக அட்டைகளால் (Pads) தாங்கப்படுகிறது. இவை இயங்கும்போது கொள்கலத் தலைப் பகுதியால் (Vessel head) நிலைநிறுத்தப்படும். இந்தப் பட்டைத் தகடுகள் (Vanes) மேற்புற கீழ்புறத் தாங்கிக்கான உறுப்பில் இணைக்கப்பட்டு உறுதியான ஒன்றுபட்ட அமைப்பாக ஆக்கப்படுகின்றன. தொட்டிகள் போன்ற அமைப்புகளால் (System of troughs) நீராவியிலுள்ள ஈரம் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுப் பின்னர் பிரிக்கும் அமைப்பைச் சுற்றியுள்ள குளத்தில் அந்த ஈரமானது நீராகச் சேர்ந்து பின்னர் உலை மூடிக்கும் உலைக் கொள்கலச் சுவருக்கும் இடையிலுள்ள கீழ்ச் செல்லும் வளையவடிவப் பாய்வில் மீள்சுழற்சிக்காகச் சேர்ந்து கொள்கிறது.

கட்டுப்பாட்டுக்கோல் செலுத்தும் அமைப்பு (Control rod drive system)

இவை உலை இயக்கக் கட்டுப்பாட்டிற்கு உதவுகின்றன. இவை உலை உட்பகுதி முழுவதும் இடையிடையே வைக்கப்பட்டுள்ளன. நகர்த்தக்கூடிய கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களைப் பயன்படுத்துவதால் ஒரே சீரான எரிதலைப் பெறலாம். இந்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள் ஒட்டு மொத்தமான உலைச்சக்தி அளவைக் (Overall reactor power level) கட்டுப்படுத்துகின்றன. மேலும் உலையைவேகமாகவும்பாதுகாப்பாகவும்மூடிவிட முதன்மையான வழியாகச் செயல்படுகின்றன. இந்தக் கோல்கள் நீர்விசையால் இயக்கப்பட்ட (Hydraulically actuated) நிறுத்தக்கூடிய உந்து தண்டு வகையான செலுத்தும் இயக்க அமைப்புகளினால் (Locking piston type drive



படம் 4. கொதிநீர் உலையின் புது வகையான உலை உட்பகுதி அமைப்பு



படம் 5. கொதிநீர் உலை, உலை உட்பகுதியின் பின்னப்பட்ட அமைப்பு

mechanisms) செங்குத்து நிலையில் நகர்த்தப்படுகின்றன. செலுத்தும் இயக்க அமைப்புகள் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களை ஓரிடத்தில் வைக்கவும், அவ்விடத்திலேயே நிலைநிறுத்தவும் (Positioning and latching), வேண்டிய இயக்கங்களைச் செய்கின்றன. திடீரென்று மூடக்கூடிய அமைப்பு (Scram) எல்லா இயக்கங்களையும் மீறி உடனடியாக மூடும்படி செய்கிறது.

உட்புற அமைப்பு (Core configuration)

கொ.நீ.உலையின் உட்பகுதியில் நிறைந்த எண்ணிக்கையில் எரிபொருள் கூட்டமைப்புகள் (Fuel assemblies) செங்குத்தாக உருளை வடிவில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் இவை உலைக்கொள்கலத்தின் உட்புறத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. குளிர்விப்பான் (Coolant) உலையின் உட்புறமாக மேல் நோக்கிப் பாய்கிறது. ஒரு பெரிய கொ.நீ.உலையின் உலை உட்புற அமைப்பின் மேற்புறக் காட்சியினைப் படம் 4இல் காணலாம். பின்னப்பட்ட அமைப்பினைப் (Lattice configuration) படம் 5 இல் காணலாம்.

எரிபொருட்கோல் (Fuel rod)

எரிபொருட் கோலில் யுரேனியம் டை - ஆக்சைடு (UO_2) உருண்டைகள் (Pellets) அமைக்கப்பட்டு மேலும் அதன் மேல் சிர்கலாய்-2னால் செய்யப்பட்ட குழாய் அணியப்பட்டு (Cladding) உள்ளது. UO_2 உருண்டைகள் UO_2 படிவத் தூளினை நெருக்கமாகச் செய்து உருளை வடிவ உருண்டைகளாக்கித் தேவைப்பட்ட அளவிற்கு அரைத்துத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வுருண்டைகளின் மூழ்கும் அடர்த்தி (Immersion density) கருத்தியல் வடிவில்(Theoretically) சரியாக 95% UO_2அடர்த்தியாகும். இவ்வுருண்டைகள் அடுக்கப்பட்டுக் குழாயினுள் வைக்கப்பட்டுக் காற்று நீக்கம் செய்யப்பட்டுப் பின்னர் ஈலியம் வாயு, வாயு மண்டல அழுத்தத்தில் நிரப்பப்பட்டு ஒவ்வொரு குழாயின் முனையிலும் சிர்கலாய் மூடியினால் (End plugs) பற்றவைத்துச் சேர்க்கப்பட்டு, ஓர் எரிபொருட்கோல் செய்யப்படுகின்றது. இவ்வுருண்டைகள் 3.7 மீட்டர் உயரத்திற்கு அடுக்கப்பட்டு, அதற்கு மேலுள்ள 30 செ.மீ. நீளமுள்ள குழாயில் பிளவடைந்த பின் தோன்றும் வாயுக்களைக் கொள்ளும் இடமாக (Fission gas plenum) அமைகின்றன. கொள்ளும் இடத்தில்(Plenum space) ஒரு கொள்ளும் இடச்சுருள்வில் (Plenum spring) இவ்வுருண்டைகளுக்குக் கீழ் நோக்கிய விசையினை அளிக்க வைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுருள்வில் எரிபொருள் கற்றையினை கதிரியக்கக் கையாளுகை நிலைக்கு முன்னர் (Pre-irradiation handling) இவ்வுருண்டைகளை அவற்றின் இடத்தில் இருத்த உதவுகின்றது.

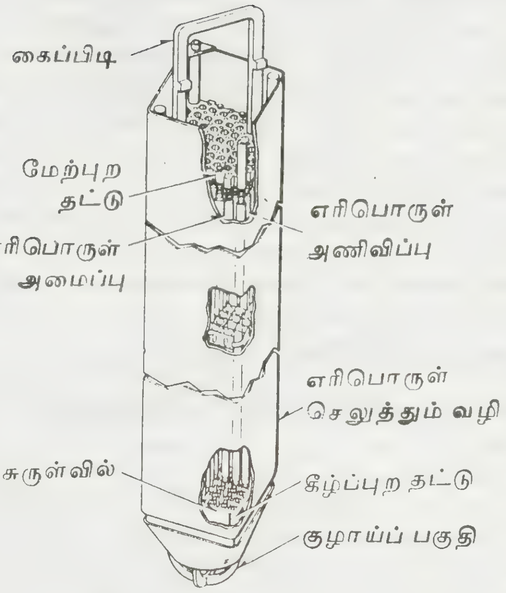
எரிபொருள் கற்றை (Fuel bundle)

ஒவ்வோர் எரிபொருள் கற்றையும் 63 எரிபொருள் கோல்களைக் கொண்டதாய், இவை 8×8 சதுர வரிசையில் (Square array) அமைக்கப்பட்டுக் கீழ்ப்புற மேற்புற இணைப்புத் தட்டினால் (Lower and upper tie plate) தாங்கப்பட்டுள்ளது. ஓர் எரிபொருள் கற்றையில் மூன்று வகையான கோல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை, 1) இணைப்புக் கோல்கள் (Tie rods) 2) ஒரு நீர்க்கோல் (Water rod) 3) தரமான எரிபொருட்கோல்கள். கற்றையின் ஒவ்வொரு வெளிப்புற விளிம்பிலும்

உள்ள மூன்றாவது ஆறாவது எரிபொருட்கோல்கள் இணைப்புக் கோல்களாகும். ஒவ்வொரு கற்றையிலு முள்ள எட்டு இணைப்புக் கோல்களும் திருகு முனை யுடைய மூடிகளைக் (Threaded - end plugs) கொண்டு இவை கீழமைக்கப்பட்ட இணைந்த வார்ப்புத் தட்டில் (Lower tie plate casting) திருகப்பட்டு அமைந்துள்ளன. துருப்பிடிக்காத எஃகினால் ஆக்கப்பட்ட அறுகோண வடிவுடைய திருகு மரையுடன் கூடிய பூட்டக்கூடிய முனை (Hexagonal nut and locking tab) யானது மேல் முனை மூடியின் மேல் (Upper end plug) கூட்டமைப் பைச் சேர்த்துப்பிடிக்க அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நீர்க் கோல் (Water rod) இட அமைவுத் தாங்கிக் கோலாகப் (Spacer support rod) பயன்படுவதோடு எரிபொருள் கற்றை நடுவிலும் அருகாமையிலும் நிதானமாக்கிப் பொருளாகவும் பயன்படும். இது கற்றையின் குறுக்கே நியூட்ரான் தொடரினை (Neutron flux) மிகவும் குறைத்து உள் உயர்ச்சிக் கூறுகளை (Local peaking factors) உண்டாக்கவும் எரிபொருட் கூட்டமைப்பில் உட்புறக் கோல்களிலுள்ள யுரேனியத்தை நன்கு பயன் படுத்தவும் வகை செய்கிறது. ஆரம்பச் சுழற்சித் தேவை களைப் (Initial cycle requirement) பொறுத்து ஆரம்பத் தில் உலை உட்பகுதி எரிபொருள் கூட்டமைப்பில் சாதாரண சராசரிச் செறிவூட்ட அளவான (Average enrichment) 1.6% (எடை) 235 Uவிலிருந்து 2.2% வரை கொண்டதாக இருக்கும். ஒவ்வொரு கூட்டமைப் பிலும் வேறுபட்ட அளவில் செறிவூட்டப்பட்ட கோல் கள் (Enrichment rods) வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ் வொரு கூட்டமைப்பிலுமுள்ள தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கோல்களிலும் கூடுதலாக எரியக்கூடிய விஷத்தன்மை யான கேடோலினியம் கலக்கப்பட்டுள்ளது. மறு எரி பொருள் (Reload fuel) ஊட்ட அமைப்பில் நான்கு வேறுபட்ட செறிவூட்டப்பட்ட கோல்கள் அமைந்திருக் கும். இதில் சாரசரிச் செறிவூட்டம் 2.4இலிருந்து 2.8% வரை இருக்கும். உள் சக்தி உயர்ச்சிகளைக் குறைப்பதற் காக எரிபொருள் கூட்டமைப்பில் வேறுபட்ட 235U செறிவூட்டங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மூலைக் கோல்களாகக் (Corner rods) குறைந்த செறிவூட்டக் கோல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் நீர் இடை வெளிப்பகுதியில் உள்ள கோல்களில் (Rods nearer the water gaps) உயர் செறிவூட்ட யுரேனியமும் எரி பொருட் கற்றை மையப்பகுதியில் பயன்படுத்தப்படு கிறது.

எரிபொருள் செலுத்தும் வழி அமைப்பு (Fuel channel)

எரிபொருள் செலுத்தும் வழி அமைப்பில் எரிபொருள் கற்றை அடங்கியுள்ளது. எரிபொருள்கற்றையும் இதற்கான வழி அமைப்பும் சேர்ந்து எரிபொருள் கூட்டமைப்பு (Fuel assembly) என்று வழங்கப்படுகிறது. (6ஆம் படம் பார்க்க). செலுத்தும் வழி அமைப்பு சிர் கலாய்-4ஆல் செய்யப்பட்ட சதுர வடிவக் குழாயாகும் (Square shaped tube). இதன் வெளிப்புற அளவு களாவன 13.7 செ.மீ. × 13.7 செ.மீ. × 4.17 மீ.



படம் 6. கொதிநீர் உலையின் எரிபொருள் கூட்டமைப்பு

மீளப்பயன்படுத்தும் செலுத்தும் வழி அமைப்பு, கீழ்ப் புற இணைப்புத்தட்டுப் பரப்பில் (Lower tie plate surface) நழுவிச் செல்லும் காப்பு அமைப்பில் நன்றாகப் பொருந்துமாறு (Sliding seal fit) அமைக்கப்பட் டுள்ளது. இது மேற்புற இணைப்புத் தட்டிற்குச் (Upper tie plate) சுருள்வில்லும், இயக்கும் அமைப்புப் (Spring and a guide), பூட்டும் தன்மை பொருந்திய பட்டை வளையத்தினால் பிணைக்கப்பட்ட மேல் முனைத்திருகும் (Cap screw secured by a lock washer) கொண்ட 'ப்' வடிவ இணைப்பு அமைப்பினால் (Channel fastener assembly) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. எரிபொருள் செலுத்தும் வழி அமைப்புகள் (Fuel channels) உலைஉட்பகுதியில்குளிர்விப்பான் பாய்வினை (Core coolant flow) ஒவ்வோர் எரிபொருள் கற்றை வழியாகவும் செலுத்தச் செய்கிறது. இது மேலும் கட்டுப்படுத்தும் கோல்களை இயக்கவும் வகை செய் கிறது

நியூட்ரான் மூலங்கள் (Neutron sources)

உலை உட்பகுதியில் பல ஆன்டிமனி-பெரிலியம் தொடக்க மூலங்கள் (Start-up sources) வைக்கப் பட்டுள்ளன. இவை உலையில் பொருந்தும் வகையில் மேல்முனையில் துளை (அல்லது முளை) யுடனும் (Slot or pin), துளையுடன் கூடிய கீழ்ப்புற உலை உட் பகுதியைத் தாங்கும் தட்டிலும் (Lower core support plate) நேராக நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு மூலத் தின் செயல்படும் பகுதியும் பெரிலியம் குழலிற்குள் (Sleeve) இரண்டு ஆன்டிமனி காமா மூலங்கள் கொண்டதாய் இருக்கும். இதில் விளையும் நியூட்ரான் வெளிப்பாட்டின் (Emission) வலிமை நியூட்ரான் கண்டு பிடிக்கும் அமைப்பிற்கு மூலத்தினையும் எல்லையினை

யும் (Source range) எல்லா இயக்க நிலைகளிலும் (Reactivity conditions) காட்டக் கூடியதாக இருக்கும். இந்நிலை ஆரம்ப இயக்கு நிலைக்கு முன்னர் பொருத்தப்பட்ட எல்லாக் கோல்களின் நிலையைப் போன்று ஒத்த தன்மையுடையதாய் இருக்கும். செயல்படும் மூலப்பொருள் 1.75 செ.மீ. வெளிப்புற விட்டம் கொண்ட துருப்பிடிக்காத எஃகு உறையினுள் (Stainless steel cladding) முழுவதுமாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மூலம், இயல்பான சுழற்சியால் (Natural circulation) தோன்றிய உலை ஒழுக்குப் பாய்வினால் (Core leakage flow), ஆன்டிமனி காமா மூலங்களுக்கும் பெரிலியம் குழலுக்கும் இடைப்பட்ட வளைந்த அமைப்பில் (Annulus) குளிரவைக்கப்படுகிறது.

உலை உட்பகுதி வடிவமைப்பு எல்லைகள் (Core design margins)

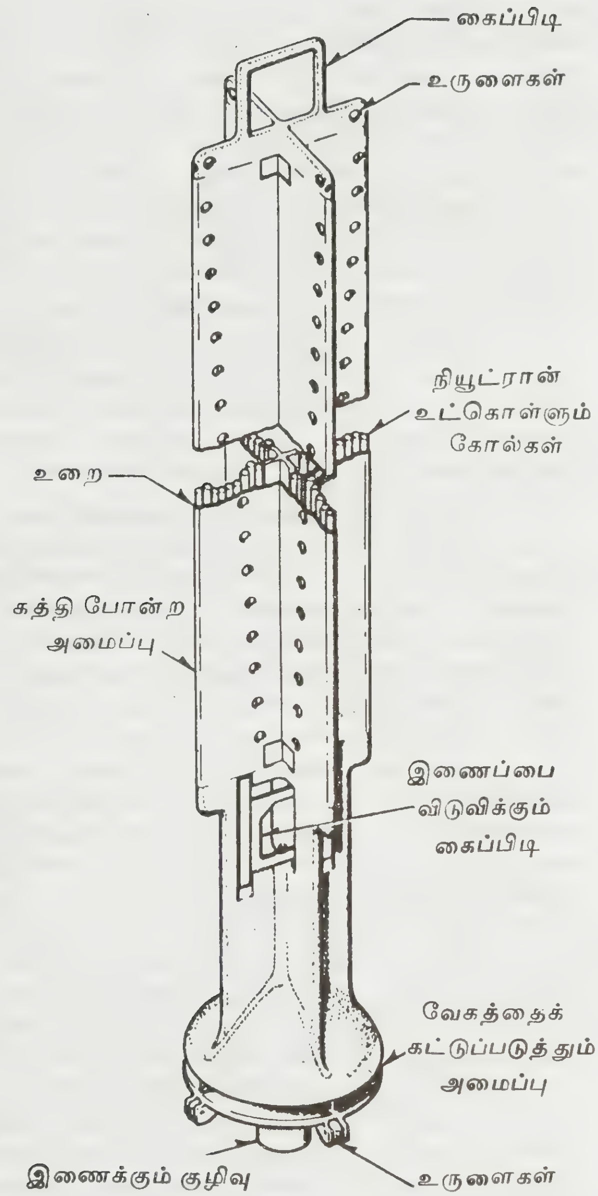
உலை உட்பகுதி அதன் சக்தி அளவில் செயல்படு மாறு வடிவமைக்கப்பட்டும் உலைச் செயற்பாட்டிலும் உலை வேகமாக மாறுந்தன்மையிலும் (Reactor transients) உலை உட்பகுதிக்குப் பாதிப்பு ஏற்படா வண்ணம் அம்மாற்றங்களை ஏற்றுக்கொள்ளும் வகையில் போதிய வடிவமைப்பு எல்லையினைக் (Design margin) கொண்டதாய் இருக்கும். இக்குறிக்கோளினை அடையும் பொருட்டு மிகவும் கட்டுக்குட்பட்ட இயக்க நிலையில் (Limiting operating conditions), 100% சக்தி அளவில் செயல்பட உலை உட்பகுதி வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது கீழ்க்கண்ட நிலைகளைச் சந்திக்க வழி வகுக்கின்றது. 1) உயர்ந்த நேர்நிலை வெப்ப ஆக்க அளவு (Maximum linear heat generation rate), உலையின் எப்பகுதியிலும் எப்போதும் 13.4 கிலோவாட்/அடிக்குக் குறைவாக இருக்கும். 2) நெருக்கடி வெப்பத் தொடருக்கும் (Critical heat flux) எரிபொருள் எரிந்து கொண்டிருக்கும் வெப்பத் தொடருக்கும் (Fuel operating heat flux) உள்ள குறைந்த வீதத் தொடர்பு உலையில் எப்பகுதியிலும் எப்போதும் 1.9-க்கு மேல் இருக்கும்.

சக்திப் பங்கீடு (Power Distribution)

திட்டமிடப்பட்ட சக்திப் பங்கீடு, வசதிக்காகப் பல கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது: 1) ஒப்புமைக் கூட்டமைப்புச் சக்தி (Relative assembly power) 2) உட்புறச் சக்தி (Local power) 3) அச்சியலான சக்தி (Axial power). எரிபொருள் கூட்டமைப்பின் உயர்ந்த சராசரிச் சக்தியினை (Maximum fuel assembly average power) உலை உட்பகுதியின் சராசரிக் கூட்டமைப்புச் சக்தியால் (Reactor core average assembly power) வகுத்தால் கிடைப்பது ஒப்புமைக் கூட்டமைப்புச் சக்தியின் உச்ச எண் (Relative assembly power peaking factor) ஆகும். உட்புறச் சக்தி உச்ச எண் என்பது (Local power peaking factor) எரிபொருட் கோலின் உயர்ந்த சராசரி வெப்பத் தொடரினை (Maximum fuel rod average heat flux) கூட்டமைப்பில் எரிபொருட் கோலின் சராசரி உள்வெப்பத் தொடரினால் (Average fuel rod heat influx) வகுத்தால் கிடைப்பதாகும். அச்சியல் சக்தி உச்ச எண் என்பது (Axial power peaking factor) எரிபொருட் கோலின் உயர்ந்த வெப்பத் தொடரினை (Maximum heat flux), அதே கோலின் சராசரி வெப்பத்தொடரினால் (Average heat flux)வகுக்கும்போது கிடைப்பதாகும். உச்ச எண்கள் செயற்சுழற்சியில் முழுவதுமாக மாறிக் கொண்டிருக்கும். நிலைத்த முழுச்சக்தி இயக்க நிலையிலும் (Steady state full power operation) அவ்வாறே இருக்கும். ஏனெனில் எரிபொருள் எரிதலினை (Fuel burn up) ஈடுசெய்யக் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களைப் பின் இழுக்கும்போது இந்நிலை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. உலை உட்பகுதியின் வாழ்நாள் வரை இருக்கும் மிகவும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சக்திப் பகிர்வீட்டின் மதிப்பினைக் குறிப்பதே வடிவமைப்பு உச்ச எண் (Design peaking factor) ஆகும். உலை உட்பகுதியின் மேற்புறத்தில் தோன்றும் நீராவியற்ற இடைவெளிகளினால் (Steam voids) உலை உட்பகுதியின் அடிப்புறத்தில் அச்சியல் உச்சச் சக்தியைப் (Axial power Peak) பெற்றிருப்பது, கொதி நீர் உலையின் இயற்கையான சிறப்பியல்பாக அமைந்துள்ளது. செயல் சுழற்சியின் ஆரம்பப் பகுதியில் அடிப்புற நுழைவுக் கட்டுப்படுத்தும் கோல்கள் இந்த அச்சியல் உச்சத்தை ஒரு பகுதியளவிற்குக் குறைக்க வகை செய்கின்றன. பெரிய பின்ன அளவில் (Large fraction) கட்டுப்படுத்தும் கோல்களை உலை உட்பகுதியின் அடிப்புறத்தில் அமைப்பதால் இந்நிலை அமைகிறது. செயற்சுழற்சியின் இறுதியில் உலை உட்பகுதியின் கீழ்ப்புறத்தில் பெரிய அளவிலான எரிபொருள் தீர்வினால் அச்சியல் உச்சம் குறைக்கப்படுகிறது. கட்டுப்படுத்தும் கோல்களை நிறுவிச்செயற்சுழற்சி முழுவதிலும் சரியாக அதே அச்சியல் சக்திவடிவத்தில் உலை இயங்குவதாய் நடைமுறை வழக்கத்தில் அமைகிறது.

இயக்கக் கட்டுப்பாடு (Reactivity Control)

குளிர்ந்த மூடப்பட்ட நிலையிலிருந்து (Cold shut down condition) முழுச்சுமை நிலையினை (Full load condition) அடைவதற்கான இயக்கக் கட்டுப்பாடு, நகரும் தன்மையுடைய போரான்-கார்பைடு கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களினால் அமைகிறது. கூடுதல் இயக்கக் கட்டுப்பாடு திட எரியக்கூடிய நச்சுப்பொருள் (Solid burnable poison) வடிவில் எரிபொருள் எரிதல் அல்லது குறைதல் விளைவுகளை (Fuel burn up or depletion effects) இயக்கத்தில் ஈடுசெய்ய வகை செய்கிறது. உலை,சுற்றுப்புற வெப்பத்திலோ (குளிர்நிலை)(Ambient temperature (Cold) பூச்சியம் சக்தியிலோ (Zero power), பூச்சியம் செனானிலோ (Zero xenon) இருக்கும்போது மேலும் உலை உட்பகுதியில் வலிமை வாய்ந்த கட்டுப்படுத்தும் கோல் முழுவதுமாகப் பின் இழுக்கப்பட்ட நிலையிலுள்ள போது நகர்த்தும் கட்டுப்பாட்டுக்கோல் அமைப்பினால் உலையினைத் துணை நெருக்கடி (Sub-critical) நிலைக்குக் கொண்டு வரச் செய்யலாம். செயல்படும் உலையில் இந்நிலையினை அடைவதற்கு



படம்7. கொதிநீர் உலையில் பயன்படுத்தும் கட்டுப்பாட்டுக் கோல். சிலுவை வடிவக் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களில் சரியாக 65% கருத்து வடிவிலான அடர்த்தியில் போரான் கார்பைடு தூள் 76 துருப்பிடிக்காத எஃகுக் குழாய்களுள் நெருக்கமாக நிரப்பப் பெற்று (சிலுவை அமைப்பின் ஒவ்வொரு பக்கப் பகுதியிலும் 19 குழாய்கள்) உள்ளது. இக்குழாய்களின் இரு முனைகளிலும் முனை மூடிகளால் முத்திரை (Seal) வடிவாகப் பற்றவைக்கப்பட்டுள்ளது. போரான் - நியூட்ரான் பிடிப்பு இயக்கத்தில் வெளிப்படும் ஈலியம் வாயுவை அடக்கி வைக்க ஒவ்வொரு தனித்தனியான குழாயும் அழுத்தக் கொள்கலங்கள் போன்று செயல்படுகின்றது. கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களில் 144 அங்குலம் செயல் விளைவுடைய நீளத்தைக் கொண்ட போரான் கார்பைடும் 9.75 அங்குலங்கள் இடைவெளியும், 173.75 அங்குலங்கள் ஒட்டுமொத்தமான நீளம் கொண்டதாயும் இருக்கும். 6 அங்குல தூரங்களில் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களை அமைக்கலாம். மேலும் இவை பெயரளவில் ஒரு நொடிக்கு 3 அங்குல வேகத்தில் வெளியே இழுக்கவும், உட்செலுத்தவும் கூடியவையாகும். உலை ஒழுக்குப் (பக்க வழி) பாய்வினால், கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள் குளிர வைக்கப்படுகின்றன. விளைவினையுடைய ஆரம்பக் கட்டுப்பாட்டுத் தேவைகளை நிறைவு செய்வதுடன் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களினுடைய சராசரி வாழ்நாள் சரியாக 15 முழுச்சக்தி ஆண்டுகள் வரையில் இருக்கும் என்று எதிர்ப்பார்க்கப்படுகின்றது.

மிகுந்த உத்தரவாதம் அளிக்க, இயக்கத்தை (Reactivity) 0.99க்கும் குறைவாக அல்லது 1% எல்லைக்குள், நகர்த்த முடியாமல் மாட்டிக் கொண்ட கோல் (Stuck rod condition) நிலையடைவதற்கு உலை உட்பகுதி வடிமைக்கப்படுகிறது. (காண்க படம் 7)

உலை துணை அமைப்புகள் (Reactor Auxiliary Systems)

இதில் அடங்குவன: 1) உலை நீர் சுத்திகரிப்பு அமைப்பு (Reactor water clean up system). இதனால் பிளவுண்ட விளைபொருள்கள், அரித்தலினால் தோன்றும் விளைபொருள்கள் (Corrosion products), கரையக்கூடிய, கரையாத அசுத்தங்கள் (Soluble and insoluble impurities) இவைகளை நீக்குவதனால் உயர் உலை நீர்ப்பண்பினை நிலைநிறுத்த முடிகிறது.

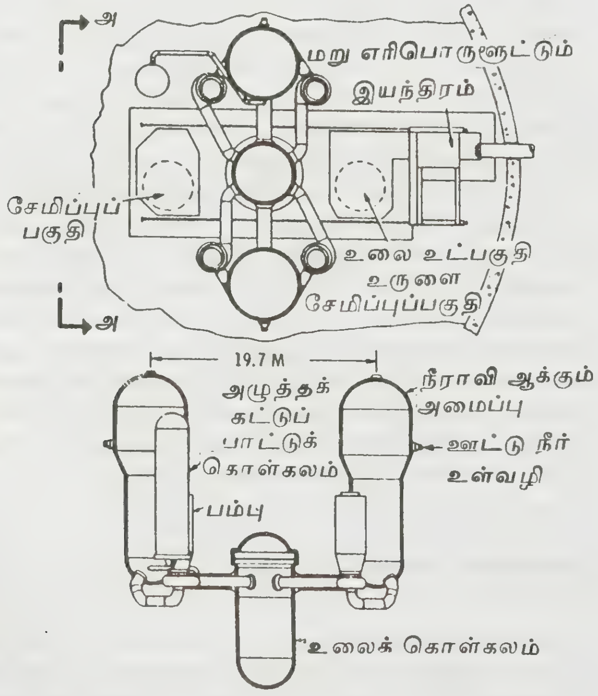
2) எரிபொருளை வைப்பதற்கான குளமும் (Containment pool), அதில் குளிர வைக்கவும் சுத்தம் செய்யவும் உள்ள அமைப்பும் (Cooling and clean up system), இவ்வமைப்பில் தீர்வுற்ற எரிபொருளில் (Spent fuel) உள்ள பிளவுண்ட விளைபொருள்களினால் தோன்றும் பீட்டா, காமா கதிர்வீச்சு வெப்பத்தை ஏற்றுக் கொள்ளும் அமைப்பும், அதேபோன்று உலர் கிணற்றில் (Dry well) தோன்றும் வெப்பத்தை மேலுள்ள குளத்திற்கு (Upper containment pool) மாற்றுவதற்கான அமைப்பும். 3) உலைக்கு வழங்குவதற்கான மூடப்பட்ட குளிர் நீர் அமைப்பும் (Closed cooling water system). இதில் தனியான விசைச்சுழற்சி வளைவு அமைப்பு (Force circulation loop) உள்ளது. 4) அவசரச் சாதனக் குளிர்விப்பு அமைப்பு (Emergency equipment cooling system) 5) துணையாக உள்ள நீர்மக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (Stand-by liquid control system) 6) உலை உட்பகுதியினைப் பிரிப்பதற்கான குளிர்விக்கும் அமைப்பு (Reactor core isolation cooling system) 7) உலை உட்பகுதிக்கான அவசரக் குளிர்விக்கும் அமைப்பு (Emergency core cooling system) 8) உயர் அழுத்த உலை உட்பகுதி தெளிக்கும் அமைப்பு (High pressure core spray system) 9) எஞ்சியுள்ள வெப்பம் நீக்கும் அமைப்பு (Residual heat removal system).

அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டு நீர் உலை (Pressurized Water Reactor)

அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டு நீர் உலையின் (அ.நீ.உ.) (PWR) அணுக்கரு உட்பகுதியில் தோன்றிய வெப்பம், முதன்மைச்சுற்று (Primary circuit) வழியாக உயர் அழுத்தத்தில் சுழன்று கொண்டிருக்கும் நீரினால்

(உலைக்குளிர்விப்பான-Reactor coolant) எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. முதல் சுற்றிலுள்ள நீர் உலையில் குளிர்விப்பானாகவும் நிதானமாக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. வெப்பப்பரிமாற்றி அல்லது கொதிகலனினால் (Boiler) முதன்மை அமைப்பிலிருந்து இரண்டாம் அமைப்பிற்கு (Primary to the secondary system) வெப்பம் மாற்றப்படுகிறது. இதனால் இரண்டாம் அமைப்பில் நீராவி தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. குழாய் கூடு வெப்பப்பரிமாற்றியாலான (Tube-and-shell heat exchanger) நீராவி ஆக்கியினால் (Steam generator) தோற்றுவிக்கப்பட்ட நீராவி முதன்மைக் குளிர்விப்பானை (Primary coolant) விடக் குறைந்த அழுத்தத்திலும் வெப்பத்திலும் இருக்கும். ஆகையால் சுழற்சியின் இரண்டாம்பகுதி நடுத்தர அழுத்த (Moderate pressure) புதைபடிவு எரிபொருள் நிலையத்தைப் போன்றே இருக்கும். வேற்றுமைப் படுத்தும்போது கொதிநீர் அமைப்புகள் அல்லது நேர்சுழற்சி அமைப்புகளில் (Direct cycle systems) உலை உட்பகுதியில் நீராவி தோற்றுவிக்கப்பட்டு நீராவி சுழலிக்கு (Steam turbine) நேரடியாக வழங்கப்படுகிறது.

அடிப்படையிலேயே அழுத்தக்கட்டுப்பாடு நீர் உலையின் வடிவமைப்பு ஒரு தயாரிப்பாளருக்கும் மற்றொருவருக்கும் வேறுபாடுகளைக் காட்டிலும் ஒற்றுமைகளை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளது. ஆகையால் ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பின் விளக்கமே பொதுவான இயங்கும் தத்துவத்தை அறிவதற்குப் போதுமானதாகும். கொதிநீர் உலையின் முக்கிய உறுப்புக்களாவன: 1) ஆக்சைடு எரிபொருள் உட்பகுதி (Oxide fuel core) கொண்ட உலைக் கொள்கல உள்ளுறுப்புகள் (Core internals), கட்டுப்பாட்டுக்கூறு கூட்டமைப்புகள், மேலும் உலை உட்பகுதியிலுள்ள கருவிகள் (Incore instruments) 2) மின்சாரத்தினால் வெப்பமடையும் அழுத்துங்கருவி (Electrically heated pressurizer) 3) மின்மோட்டாரினால் இயங்கும் முதன்மைக் குளிர்விப்பான் பம்புகள் (Primary coolant pumps). 4) U குழாய் வடிவ நீராவி ஆக்கிகள் (U tube type steam generators)



படம் 8. அ.நீ. உ.யினுடைய அணுக்கரு நீராவி வழங்கு அமைப்பு

உதாரணமாக 3800மெகா வாட் அமைப்பு இரண்டு குளிர்விப்பான் வளையங்களைக் (Coolant loops) கொண்டதாய் இருக்கும். ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு நீராவி ஆக்கியும் அதனுடன் இரண்டு முதன்மைக் குளிர்விப்பான் பம்புகளும் இருக்கும். (காண்க படம் 8)

தொடக்க நிலை வடிவமைப்புகளுடன் ஒப்பிடும்போது முதன்மை வளைய அமைப்பில் (Primary loop system) செய்யப்பட்ட மேம்பாடுகள் கீழ்க்கண்டவாறு இருக்கும்: மறுவடிவு அமைக்கப்பட்ட கடினமான உள் உறுப்புகளின் அமைப்பு (Redesigned rugged core internals structure), மிகவும் குறைந்த நேர் வெப்ப அளவுடைய (Lower linear heat rating) எரிபொருள் கூட்டமைப்பு, மேம்பாடு செய்யப்பட்ட, எளிதாக்கப்பட்ட கட்டுப்பாட்டுக் கூறு அமைப்புகள் (Control element assemblies), 1070 ப.ச.அ.த.மு. (பவுண்டுகள்-ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு, தனிமுதல்-Pounds per square inch absolute) (p.s.i.a) நீராவியினை 99.75% பண்பிற்கும் (Quality) மேலாகத் தோற்றுவிக்கும் ஒரு U குழாய் நீராவி ஆக்கி, மேலும் மேம்படுத்தப்பட்ட அழுத்தக் கொள்கலத்தாங்கி அமைப்பும் (Pressure vessel support system), மேம்பாடு செய்யப்பட்ட, அடியில் பொருத்தப்பட்ட, உலை உட்பகுதியின் கருவி அமைப்பும் (Bottom mounted in core instrumentation system), மேலும் மேம்பாடு செய்யப்பட்ட கருவி (Instrumentation)யும், கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளும் (Control systems) ஆகும். அமைப்பின் எல்லாம் அடங்கிய பண்புகள் அட்டவணை 11இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. முதன்மைக் குளிர்விப்பு அமைப்புத் திட்டத்தைப் (Primary coolant system lay out) பலவகையான கொள்கல வகைகளிலும் கருத்துக்களிலும் (Containment types and concepts) பொருந்த வைக்கலாம். முன் அழுத்த விளைவுடைய உருளை வடிவக் கொள்கலம் (Prestressed cylindrical containment) பொதுவானதாகும்.

படம் 9 இல் கோள வடிவக்கொள்கல அமைப்பினைக் (Spherical containment) காணலாம். இவ்வகையான கட்டுமான அமைப்பினால் பாதுகாப்புக் கருவிகள் (Safeguards equipment), நீராவி வழிகள் (Steam lines), அவசர மின்சக்தி வழங்கும் அமைப்புகள் (Emergency power supplies) ஆகியவற்றைப் பிரிக்க முடியும்.

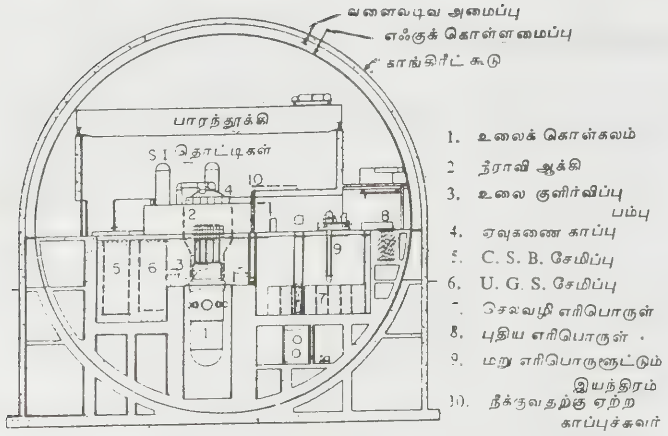
நீராவி ஆக்கிகள் (Steam generators)

இரண்டு U குழாய் நீராவி ஆக்கிகளின் பொதுவான வடிவமைப்பு அளவீடுகள் (General design parameters)

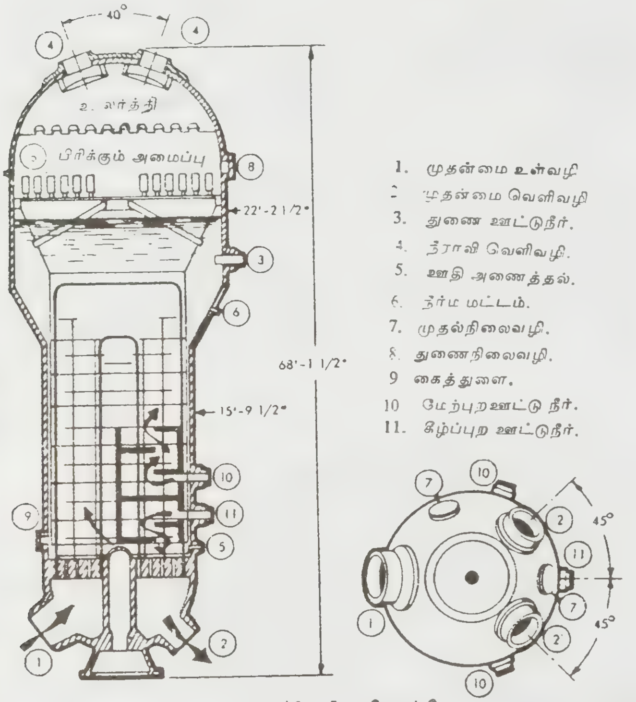
அட்டவணை-11

அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலையின் பொதுவான பண்புகள்

உள் உலைச்சக்தி, மெகாவாட்டுகள்	3800
எரிபொருட் கூட்டமைப்புகள் எண்ணிக்கை	241
உலையுட்பகுதியின் செயல் விளைவுடைய நீளம் (அங்குலங்கள்)	150
சக்தி அடர்த்தி கிலோவாட்டுகள்/L	95.9
எரிபொருட் கூட்டமைப்பு அளவுகள் (அங்குலங்கள்)	7.98×7.98
ஒரு கூட்டமைப்பில் எரிபொருட்கோல்களின் எண்ணிக்கை	236
எரிபொருட்கோலின் வெளிவிட்டம் (அங்குலம்)	0.382
அணிவிப்பின் தடிப்பிற்கும் வெளிவிட்டத்திற்கும் உள்ள வீதத்தொடர்பு	6.5×10^{-3}
உச்ச நேரியல் சக்தி அடர்த்தி, கிலோவாட்டுகள்/அடி	12.5
சராசரி கிலோவாட்/அடி	5.2
H_2O/UO_2 கனஅளவு வீதத்தொடர்பு	2.02
சக்தி எண் (specific power)	
கிலோவாட்டுகள்/கிலோ கிராம்கள் யுரேனியம்	37.0
கட்டுப்பாட்டுக் கோல் செலுத்தங்களின் எண்ணிக்கை	89
கட்டுப்பாட்டுக் கூறு விரல்களின் எண்ணிக்கை	708
முதன்மை அமைப்பு அழுத்தம், ப.ச.அ.த.மு. (Psia) (Psia-Pounds per Squre inch absolute-பவுண்டுகள்-ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு-தனிமுதல்)	2250
உலைக்குளிர்விப்பு சராசரி வெப்பநிலை	594° பா.312.2°செ.
குளிர்விப்பான் பாய்வு வீதம், பவுண்டுகள்/மணி	164×10^{6}
உச்ச உலை உட் பகுதி வெப்பத்தொடர் பி.வெ.அ/ (மணி) (சதுர அடிகள்)	425.400
அணுக்கருவாக்கக் கொதித்தல் வீதத்தொடர்பிலிருந்து குறைந்த விலக்கம்	2.13
துணை நீராவி அழுத்தம் (ப.ச.அ.த.மு.)	1070



படம் 9. அழுத்த நீர் உலையின் கோள வடிவக் கொள்ளமைப்பு



படம் 10. நீராவி ஆக்கி.

அட்டவணை 12 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அடிப் படை வடிவியல் (Basic geometry) படம் 10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 3817 மெ.வா. இல் செயல் பட்டுக் கொண்டிருக்கும் அணுக்கரு நீராவி வழங்கும் அமைப்பில் (Nuclear steam supply system) இரண்டு நீராவி ஆக்கிகள் 1070 ப.ச.அ.த.மு. அழுத்தத்தில் (p.s.i.a.) மொத்தமாக 17.18×10^6 பவுண்டு நீராவி யினை ஒரு மணி நேரத்தில் தோற்றுவிக்கின்றன. கார்பன் எஃகினால் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு உறுப்பு களையும் (Pressure-containing members), இன்கானல்-600 குழாய்களையும் கொண்டு நீராவி ஆக்கிகள் கட்டப்படுகின்றன. குழாய்த் தகடு (Tube sheet) உச்ச வன்மைக்காகப் பற்றவைப்புப் படிவுப் பொருளி னால் (weld deposit) பூசப் பெற்றுள்ளது. இதே போன்று பிரிக்கும் தகடுகளில் (Divider plates) உள்ள நாவைப்போன்ற பகுதியும் வரிப்பள்ளம் போன்ற கட்ட மைப்பும் (Tongue and groove construction) குழாய்த் தகட்டுப் பூச்சின் (Tube sheet cladding) மேல் எவ்வித அழுத்தமும் இரா வண்ணம் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு குழாய் முனையிலிருந்தும் குழாய்த்தகட்டின் முதன்மை அணிவிப்புவரை (Tube sheet primary cladding) பிணைப்புப் பற்ற வைப்புச் செய்வதனால் (Fusion welding), அது ஒழுகுதலைக் கட்டுப்படுத்தும் காப்பு முத்திரையாக (Seal for leakage control) உள்ளது. மேலும் குழாயின் முழுநீள விரிவாக்கத்தினால் (Expansion) அரிப்பிற்கு வகை செய்யும் குழிகள் (Corrosion-prone crevices) தோன்றவிடாமல் தடுக்கப்படு கின்றன. தொகுதிகளின் சிக்கனப்படுத்திப் பிரிவு (Economizer Section) U குழாய்களின் குறை (முதன் மைப் பகுதி) வெப்பநிலை வெப்பப் பரிமாற்றுப் பரப் பின் (Low temperature heat transfer area) வழியாக உட்செல்லும் ஊட்டு நீரினை (Feed water) முன் வெப் பப் படுத்தி வெப்பப் பரிமாற்றத்தை மேன்மையடையச் செய்கின்றது. ஒவ்வொரு சக்தி நிலையிலும் (Power Level) பல ஊட்டுக் குழாய் முனைகள் (Multiple feed nozzles) சிக்கனப்படுத்தியின் பாய்வுப் பகிர்வினை (Economizer flow distribution) உகந்த சூழ்நிலைக்கு அனுமதிக்க வழி செய்கின்றன.

உலைக்குளிர்விப்புப் பம்புகள் (Reactor coolant pumps)

படம் 8 இல் காட்டியவாறு ஒவ்வொரு நீராவி ஆக் கிக்கும் இரண்டு உலை குளிர்விப்புப் பம்புகளாக நான்கு உலை குளிர்விப்புப் பம்புகள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. இந்தப் பம்புகள் செங்குத்தாகவும், ஓர் அடிப் பக்க உறிஞ்சும் அமைப்பினைக் கொண்டும், (Single bottom suction,) கிடைநிலை வெளியேற்றம் (Horizontal discharge) உடையதாயும், மோட்டாரினால் சுழல்விக்கும் சுழற்சி அமைப்புகளைக் (Motor driven centrifugal units) கொண்டும் இருக்கும். பம்பின் '‘இம்பெல்லர்’' அதன் அச்சில் சாவியினால் பூட்டப் பட்டுள்ளது (Keyed and locked to its shaft). ஒழுக் கினைத் தடுப்பதற்காகப் பலகூட்டமைப்புக் கொண்ட காப்பு முத்திரைகள் (Complex system of seals) பயன் படுத்தப்படுகின்றன. மோட்டார் முனைகளில் சாதா ரணமாக வழங்கப்படும் வரையறுக்கப்பட்ட வோல்ட் அளவில் 80% அளவில் இருக்கும்போது மோட்டார்கள் ஓட ஆரம்பித்து மிகை வேகங் கொண்டு முழுச்சுமை யளவில் (Accelerate to speed under full load) இயங்கத் தக்கவாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ் வொரு மோட்டாரும் பின்புறச் சுழற்சியைத் தோற்று விக்காத கருவியினைக் (Anti-reverse rotation device) கொண்டிருக்கும். ஒவ்வோர் உலைக் குளிர்விப்புப் பம்பும் நான்கு செங்குத்தான தாங்கும் தூண்களையும் (Vertical support columns), நான்கு கிடைநிலைத் தாங்கும் தூண்களையும் (Horizontal support columns)

அட்டவணை-12

அ.நீ.உ.யின் நீராவி ஆக்கியின் அளவீடுகள்

தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை	2
வெப்பமாற்ற வீதம், ஒவ்வொன்றும் பி.வெ.அ./மணி	6.512×10^{9}
முதன்மை அமைப்பைச் சார்ந்த	
குளிர்விப்பான் உள் வழி வெப்பநிலை	621.2°பா; 327.3°செ.
குளிர்விப்பான் வெளி வழி வெப்பநிலை	564.5°பா.; 295.8°செ.
குளிர்விப்பான் பாய்வு வீதம்; ஒவ்வொன்றும் பவுண்டுகள்/மணி	82×10^{6}
குளிர்விப்பான் கனஅளவு 68°பா. (20°செ.) ஒவ்வொன்றும் கனஅடி	2158
குழாய் அளவு வெளிவிட்டம்-அங்குலம்	0.75
குழாய்த்தடிப்பு; பெயரளவிலான, அங்குலம்	0.042
துணை அமைப்பைச் சார்ந்த	
நீராவி அழுத்தம், ப.ச.அ.த.மு.	1070
நீராவிப் பாய்வு வீதம் (25% ஈரத்தில்),	
ஒவ்வொன்றும் பவுண்டுகள்/மணி	8.59×10^{6}
முழுச்சக்தியில் ஊட்டு நீர் வெப்பநிலை	450°பா; 232°செ.
கொண்டு செல்லும் ஈரம் % (எடை), உச்சம்	0.25
முதன்மை உள் வழிக் குழாய் முனை	
எண்/உள் விட்டம் அங்குலங்கள்	1/42
முதன்மை வெளி வழிக் குழாய் முனை	
எண்/உள் விட்டம் அங்குலங்கள்	2/30
நீராவிக் குழாய் முனை, எண்/உள்விட்டம் அங்குலங்கள்	2/28
ஊட்டு நீர்க்குழாய் முனைகள் எண்/அளவு	1/14
எண்/அளவு	2/12
துணை ஊட்டு நீர்க்குழாய் முனை;	
எண்/அளவு	1/6

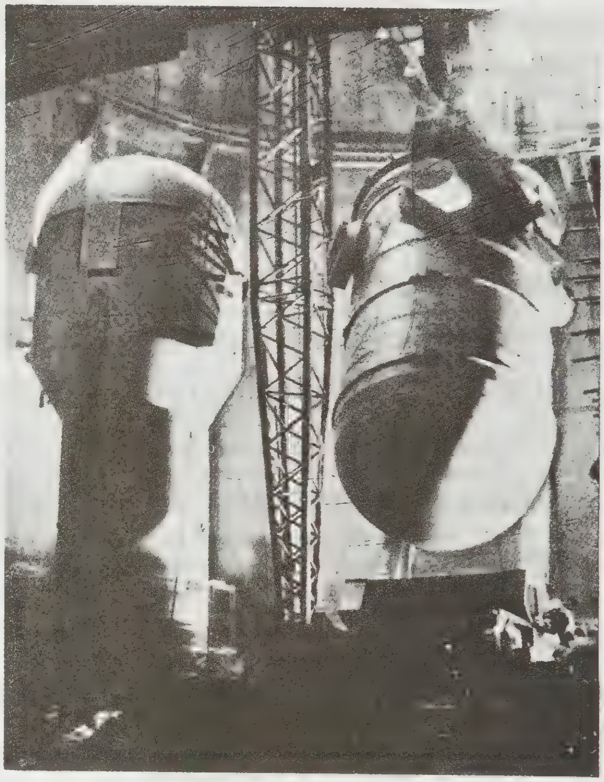
செங்குத்தான அதிர்ச்சி தாங்கியினையும் (Vertical snubber) கொண்டிருக்கும் கட்டமைப்புத் தூண்கள் பம்புகளின் சாதாரண இயக்கத்திலும் பூமி அதிர்ச்சி நிலையிலும் (Earthquake conditions) பம்பு உறிஞ்சும் பகுதி அல்லது வெளியேற்றும் வழியில் (Pump suction or discharge line) குளிர்விப்பான் இழப்பினால் கருதுகோளியலாகத் தோன்றக்கூடிய விபத்துக்களினின்றும் (Hypothetical loss of coolant accident) காக்கும் ஆதாரமாகப் பயன்படுகின்றன.

அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கொள்கலம் (Pressurizer)

அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக் கொள்கலம் உருளை வடிவ அழுத்தக் கொள்கலம் (Cylindrical pressure vessel) ஆகும். இது செங்குத்தாக நிறுத்தப்பட்டும் அடியில் தாங்கப்பட்டும் இருக்கும். அழுத்தக்கொள்கலத்தின் கீழ்த் தலைப்பகுதியின் (Bottom head) வழியாகச் செருகப்பட்ட, மாற்றக்கூடிய, நேராக அமிழக்கூடிய மின் வெப்ப மூட்டும் அமைப்புகளால் (Replaceable direct immersion electric heaters) நீருக்குச் சக்தி வழங்கப்படுகிறது. தெளிக்கவும் (Spray), அலையெழுச்சி (Surge) இடர்காப்பு உதவிக்காகவும் (Relief), கருவி இணைப்புகளுக்காகவும் (Instrument connections) குழாய் முனைகள் (Nozzles) வைக்கப்பட்டுள்ளன. அழுத்தக்கலம் (அழுத்தக் கொள்கலம்) உலைக் குளிர்விப்பு அமைப்பின் (Reactor coolant system) செயற்பாட்டு அழுத்தத்தினைத் தொடர்ந்து செயலாற்ற வைக்கின்றது. இது மேலும் வேதியியல் மாற்றத்தின்போதும், பரும அளவுக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் (Volume control system) இணைப்பினால் சுமை மாற்றங்களின் (Load changes) போதும், வெப்ப உயர்வின்போதும், குளிரவைக்கும் போதும் (Heat up and cool down), உலைக் குளிர்விப்பான் பரும மாறுபாடுகளை ஈடு செய்கின்றது. முழுச் சக்தி இயங்கு நிலையில் (Full power operation) அழுத்தக் கலத்தில் செறிவுற்ற நீராவி (Saturated steam) 1/3 பங்கு நிறைந்திருக்கும்.

உலைக் கொள்கலம் (Reactor vessel)

எரிபொருள் கற்றைகளைக் கொண்டதாயும், கட்டுப்பாட்டுக் கூறு கூட்டமைப்புகளைக் (Control element assemblies) கொண்டதாயும் உலை உட்பகுதியினைத் தாங்குவதற்குத் தேவையான உள்ளடங்கிய கட்டமைப்புகளைக் (Internal structures) கொண்டதாயும் உலைக் கொள்கலம் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. உலை, துருப்பிடிக்காத எஃகினால் அணியப்பட்டதாகவும் (Stainless steel clad), தடித்த சுவர்களைக் கொண்டதாயும், உருளைவடிவமானதும், இரு அரைக் கோள வடிவத் தலைப்புறங்களைக் (Hemispherical heads) கொண்டதுமான கார்பன் எஃகு அழுத்தக் கொள்கலம் கொண்டதாய் உள்ளது. (காண்க படம் 11) அடிப்புறத் தலைப்பகுதி (Lower head) முழுவதுமாக கொள்கலக் கூட்டுடன் (Vessel shell) பற்றவைக்கப் பட்டுள்ளது (Welded). இது உலை உட்பகுதிக் கருவிகளுக்கான குழாய் முனைகளைக் (In-core instrumentation nozzles) கொண்டதாயும் இருக்கும். மேற்புறம் மூடிய தலைப்பகுதியில் (Upper closure head) கட்டுப்பாட்டுக் கூறின் இயக்கச் சாதனத்திற்கான குழாய் முனைகளும் (Control element drive mechanism nozzles) இருக்கும். இது கொள்கலத்தின் தட்டையான உருளைப் பகுதியுடன் திருகாணி மறைகளுடன் (bolted flange) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது உலை உட்புற உறுப்புகளைக் (Reactor internals) காண்பதற்கு ஏதுவாகத் தலைப்புறத்தைக் கழற்றுவதற்கு வகை செய்கின்றது. தலைப்புறத் தட்டை உருளைப் (Head flange) பகுதி, கொள்கலத் தட்டை உருளைப்பகுதி திருகாணி மறை இடங்களுக்குப் (Vessel flange studbolt locations) பொருந்தும் வகையில் துளையிடப்பட்டுள்ளது. உலை உட்பகுதியைத் தாங்கும் உருளையைத் (Core support barrel) தாங்குவதற்காகக் கொள்கலத் தட்டை உருளையானது (Vessel flange) காய்ச்சி அடித்து உருவாக்கப்பட்ட வளையத்தில் (Forged ring) அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

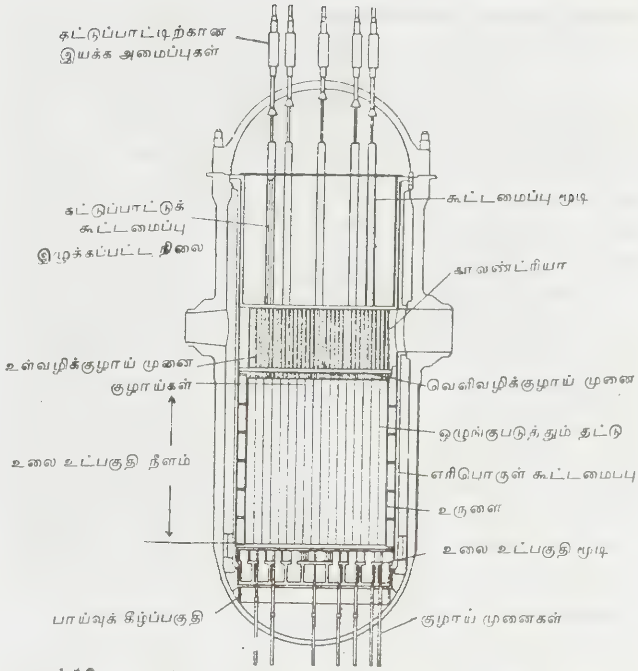


படம் 11. அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலைக்கான உலைக் கொள்கலமும் (வலது பக்கம்) அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கொள்கலமும் (இடது பக்கம்) அணுமின் நிலையத்தில் நிறுவப்பட இருக்கின்றன.

தட்டை உருளையானது துளையிடப்பட்டும், மூடுவதற்கான திண்ம ஆணிகள் (Closure studs) பெறுவதற்காகத் துளைகளைக் கொண்டும், உலைக் கொள்கல மூடும் காப்பு முத்திரைகளுக்குப் (Reactor vessel closure seals) பொருந்த அப்பரப்பில் இணைவதற்கு ஏற்றவாறு இயந்திரத்தால் மென்மையாக்கப்பட்டும் உள்ளது. இரண்டு வெள்ளி முலாம் பூசிய (Silver plated) Ni Cr Fe உலோகக் கலப்பினாலான (alloy) சுய சக்தியுடைய (Self energizing) 0 வளையங்களால் மூடுதல் நிறைவேற்றப்படுகிறது. உள்வளையக் குளிர்விப்பான் ஒழுக்கினைக் (Inner-ring coolant leakage) கண்டு தெரிவிப்பதற்காக இரண்டு வளையங்கட்கு இடைப்பட்ட பகுதி பயன்படுகிறது. கொள்கலத் தட்டை உருளைக்குக் கீழ்ப்புறத்தில் பொதுவான தளத்தில் ஆரங்களில் (Radially on a common plane) உள் வழி (inlet) வெளி வழி (outlet) களுக்கான குழாய் முனைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கொள்கல வழியில் (Vessel course) கூடுதல் தடிப்பு அமைக்கும்போது அது குழாய் முனைகளுக்கு வலிமையூட்டுவதாகவே (Reinforcement) உள்ளது. கொள்கலக் கூட்டின் (Vessel shell) கீழ்ப்பகுதியில் கட்டப்பட்ட அதிர்ச்சி தாங்கிகள் (Snubbers) உலை உட்பகுதித் தாங்கி உருளையில் (Core support barrel) ஏற்படும் இடமாற்ற வீச்சுகளைக் (Amplitude of any displacement) கட்டுப்படுத்தும். உலை உட்புறத்தைத் தாங்கும் உருளையின் கீழ்ப்புற இடமாற்றத்தைக் (Downward displacement) கட்டுப்படுத்த உலைக் கொள்கலத்தில் உலை உட்புற நிறுத்தும் அமைப்புகள் (Core stops) கட்டப்பட்டுள்ளன.

உலைக் கொள்கலத்தின் அணிவிப்பானது (Cladding) தொடர்ந்த ஒரு படித்தான பரப்பினையுடைய (Continuous integral surface) அரித்தல் எதிர்ப்புப் பொருளாகும் (Corrosion-resistant material). இது 0.55 செ.மீ. பெயரளவிலான தடிப்பினையும் (Nominal thickness), 0.3 செ.மீ. குறைந்த தடிப்பையும் (Minimum thickness) கொண்டதாகும். கொள்கல உள் வழிக்குழாய்முனைகளுக்கு (Inlet nozzles) அடியில் நான்கு செங்குத்தான தூண்கள் உலைக் கொள் கலத்தைத் தாங்குவதற்காக வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தத்தூண்கள் கிடைநிலை வெப்ப விரிவாக்கப் (Horizontal thermal expansion) பக்கமாக வளையுமாறு (Flex) வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் கட்டுப்படுத்த இயலாத அளவிற்கு வெப்பம் ஏற்கவும் குளிர்ச்சியடையவும் (Unrestrained heatup and cooldown) வழிவகை செய்கிறது. இத்தூண்கள் கொள்கலத்திற்குக் கீழ்ப்பக்கப் பிடிப்புக் கருவிகளாகவும் (Hold down device) செயல்படுகின்றன. தாங்கிகள், சாதாரணச் சுமைகளை ஏற்பதற்கும், பூமி அதிர்ச்சிக்கும், குழாய் உடைப்பினால் தோன்றும் விபத்துச் சுமைகளுக்கும் (Seismic and pipe rupture accident loads) ஏற்றவாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

உலை அமைப்பு படம் 12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

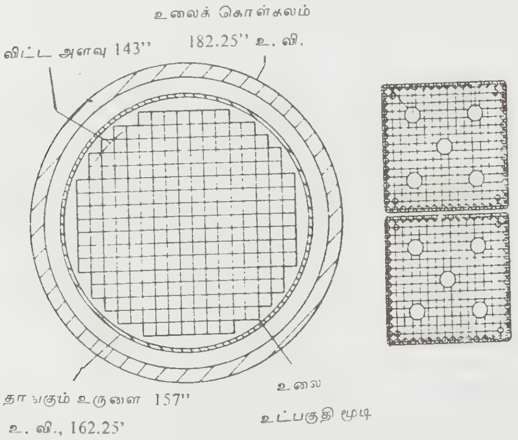


படம் 12. அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலையில் உலை அமைப்பு

உள்ளீடற்ற உருண்ட காலண்டரியா இயக்கக் கட்டமைப்பானது (The barrel calandria guide structure) வளைந்து கொடுக்காத (Rugged) (உருளைக் குறுக்களவு 7.5 செ.மீ. தடிப்புள்ள) தொகுதியாகும். இது பூமி அதிர்ச்சியாலும் (Seismic), குளிர்விப்பான் இழப்பினாலும் ஏற்படும் விபத்துக்களினால் (Loss of cooling accident) தோன்றும் ஊதியணைத்துச் சுமை இறக்கும் (Blow down loads) ஒருங்கிணைந்த விளைவுகளிலிருந்து எல்லாக் கட்டுப்பாட்டுக் கூறு விரல்களையும் (Control element fingers) தாங்கவும் காப்பாற்றவும் பயன்படுகிறது. காலண்டரியா (Calandria structure) கட்டமைப்பானது எரிபொருள் கூட்டமைப்புகளின் (Fuel assemblies) கட்டுப்பாட்டுக்கூறு இயக்கக் குழாய்கள் (Control element guide tubes) மீது பொருந்துகிறது. இது எல்லா எரிபொருட் கூட்டமைப்புகளையும் ஒழுங்குபடுத்துகிறது. எரிபொருட் கூட்டமைப்புகளின் மேல் முனைகள் பக்கவாட்டில் செல்லாமல் கட்டுப்படுத்தும் வகையிலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேற்புற இயக்கக் கட்டமைப்பு (Upper guide structure) அதனிடத்தில் உள்ளபோது ஒவ்வொரு கட்டுப்பாட்டு விரலுக்கும் ஒரு தொடர்ந்த இயக்கக் குழாய் (Continuous guide tube) அமைந்துள்ளது. இது குழாய்த்தகட்டின் (Tube sheet) மேற்புறமிருந்து எரிபொருட் கூட்டமைப்பின் அடிப்பகுதி வரை நீட்டப்பட்டுள்ளது. குளிர்விப்பான் குறுக்குப் பாய்விலிருந்து (Coolant cross flow) ஒவ்வொரு கட்டுப்பாட்டு விரலையும் (Control finger) தனிப்படுத்துமாறும், ஒரே கட்டுப்பாட்டுக் கூட்டமைப்பில் எளிதில் கையாளத் தக்கவாறு பல கட்டுப்பாட்டு விரல்களைச் சேர்ப்பதற்கு ஏற்றவாறும் இத்தகைய அமைப்பு அமைந்துள்ளது. அதாவது ஓர் எரிபொருட் கூட்டமைப்

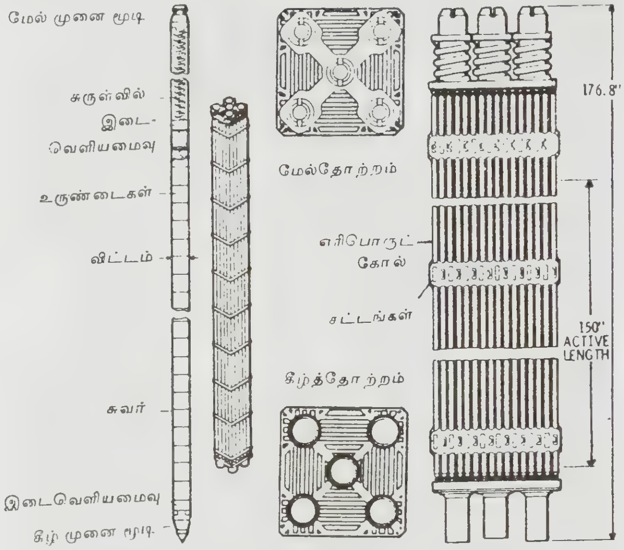
புக்கும் மேலாக ஒரு கட்டுப்பாட்டுக் கூறுக்கூட்டமைப்பு பயன்படுகிறது.

கடின நெருக்கடித் தன்மையான உலை உட்பகுதி குளிரவைக்கும் அமைப்பின் (Severe emergency core cooling system) அடிப்படைத் தத்துவத்தின்படி நீர் உலைகளைக் (Water reactors) கட்டுபவர்கள் அதே அளவு சக்திக்காகவும் கு.இ.வி. (குளிர்ச்சி இழப்பு விபத்து) (LOCA-Loss of cooling accident) எரிபொருள் வெப்பங்களைக் குறைப்பதற்காகவும் உலை உட்பகுதியில் எரிபொருள் நீளத்தை அதிகரிக்கின்றனர். இங்கே விவரிக்கப்பட்ட தொகுதியில் முதல் நிலைகளில் வடிவமைத்த 14 × 14 (எரிபொருட்கோல் வரிசையில்) கூட்டமைப்புக்குப் பதிலாக அதே கூட்டமைப்பு உறையில் (Assembly envelope) சிறிய விட்டக்கோல்கள் 16 × 16 (எரிபொருட் கோல் வரிசையில்) எரிபொருட் கோல் கூட்டமைப்பாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால் கூட்டமைப்பில் 25% அளவில் உயர்ந்த நேர்நிலை வெப்ப வீதக் குறைவு (Maximum linear heat rate decrease) உண்டாகின்றது.



படம் 13. 241 எரிபொருட் கூட்டமைப்புகளுடனான உலை உட்பகுதிக் குறுக்கு வெட்டு.

படம் 13 இல் காட்டியவாறு செயல் விளைவுடைய உலை உட்பகுதி (Active core) 241 எரிபொருட் கூட்டமைப்புகளால் அமைந்துள்ளது. இவை எல்லாமே இயங்குந்தன்மை வகையில் ஒருமித்தவையாகும். படம் 14இல் குறிப்பிட்டவாறு ஒவ்வோர் எரிபொருள் கூட்டமைப்பும் 236 எண்கள் கொண்ட சிர்கலாய் அணியப்பெற்ற (Zircaloy clad) UO_2 எரிபொருட்கோல்களைக் கொண்டது. இவை சிர்கலாய் இடைவெளிச் சட்டங்களைக் (Zircaloy spacer grids) கொண்ட கூட்டமைப்பில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சட்டங்கள் ஐந்து சிர்கலாய் கட்டுப்பாட்டுக் கூறுக்கூட்டமைப்பு இயக்கக் குழாய்களுக்கு (Zircaloy control element assembly guide tubes) 37.5 செ.மீ. இடைவெளிகளில் பற்ற வைக்கப்பட்டுள்ளன (Welded). இந்தச் சிர்கலாய் கட்டுப்பாட்டுக் கூறுக்கூட்டமைப்பு இயக்கக் குழாய்களின் முனைகளில் துருப்பிடிக்காத எஃகு முனைப்பிடிப்புகளால் (Stainless steel end fittings) இயக்கம் சார்ந்த வகையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன (Mechanically fastened). எரிபொருட் கூட்டமைப்பின் மொத்த நீளம் 442.5 செ.மீ. அதன் குறுக்குவெட்டு 20 செ.மீ. × 20 செ.மீ. ஆகும். ஒவ்வோர் எரிபொருட் கூட்டமைப்பின் எடையும் 606 கிலோகிராம் ஆகும். படம் 14இல் குறிப்பிடப்பட்ட எரிபொருட் கோல்கள் குறைந்த செறி

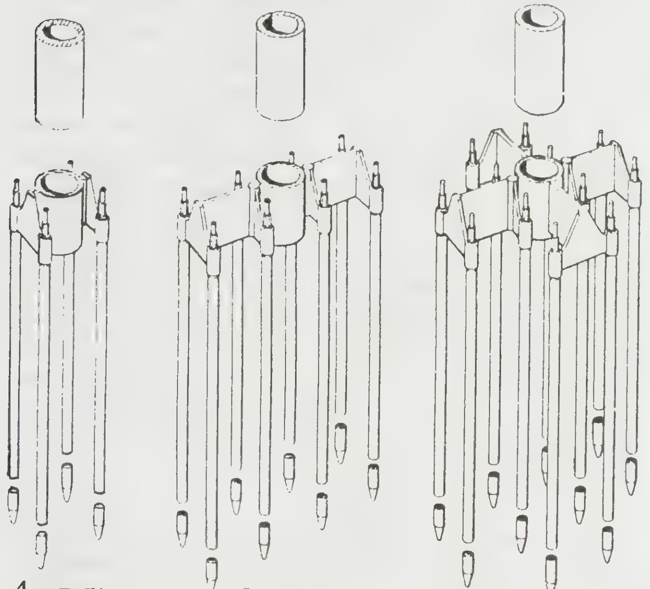


படம் 14. அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலையில் பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருட் கூட்டமைப்பு

ஊட்டம் கொண்ட யுரேனியம் டை ஆக்சைடு (UO_2) உருண்டைகளைக் கொண்டவை. இவை மெலிந்த சுவருடைய சிர்கலாய்-4 குழாய்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை 33000 மெ. வா. தி/மெ. ட. யு (மெகாவாட் தினங்கள்/மெட்ரிக் டன்கள் யுரேனியம்) சராசரி எரிவிப்பு (Average burnups) அளவுக்கும் 50000 மெ.வா.தி/மெ.ட.யு உச்ச எரிவிப்பு (Peak burn ups) அளவிற்குமாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. எரிபொருள் எரிவிப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் வடிவமைப்புக் கூறுகளாவன, எரிபொருள் உருண்டை (Fuel pellet) உறையின் கனஅளவு மாற்றங்களும் (Volumetric changes), பிளவு வாயு வெளிப்பாடும் (Fission gas release) ஆகும்.

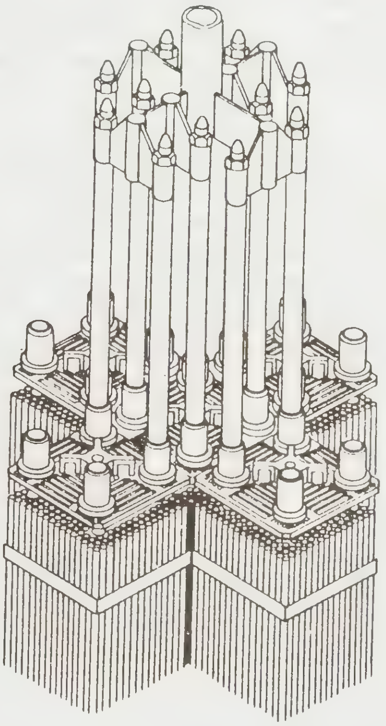
படம் 14இல் குறிப்பிட்ட எரிபொருட்கோல் ஒன்று 0.8125 செ.மீ. விட்டம் கொண்டது. 0.855 செ.மீ. வெளிப்புறவிட்டமுள்ள சிர்கலாய்-4 குழாயினுள் அடைபட்ட 0.975 செ.மீ. நீளமுடைய UO_2 உருண்டை, அச்சியல் வெப்ப விரிவாக்க வேறுபாட்டினையும் (Axial differential thermal expansion) எரிபொருளின் முப்பரிமாண வளர்ச்சியையும் (Volumetric growth), அதன் எரிப்பினையும் (Burn up) அனுமதிக்க உயர் அடர்த்தி எரிபொருள் உருண்டைகளின் (High density fuel pellets) இரு முனைகளிலும் குழிவாக்கப் (Dished) பட்டுள்ளது.

கட்டுப்பாட்டுக் கூறுகூட்டமைப்புகள் 2 செ.மீ. வெளிப்புற விட்டம்கொண்ட 4, 8, அல்லது 12 விரல்கள் கொண்ட கூட்டமைப்பைக் கொண்டு. (படம் 15இல் காட்டியவாறு) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கொதி நீர் உலைகளிலும் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலைகளிலும் பயன்படுத்தப்பட்ட சிலுவை வடிவுடைய கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களைப் (Cruciform control rods) பயன்படுத்துவதால் எருபொருட் கூட்டமைப்புகளுக்கு மத்தியில் பெரிய நீர் இடைவெளியை (Water gap) உண்டாக்கும் அவசியம் ஏற்படுகிறது. அதனால் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களைத் திருப்திகரமாகவும்



படம் 15. 4, 8, 12-கூறு கட்டுப்பாட்டுக் கூறு கூட்டமைப்புகள்

உடனடியாகவும் மூடவும் (Scram) வகை செய்கின்றது. இந்த இடைவெளிகள் நீர்வழிக்கு (Water channel) அருகிலுள்ள எரிபொருட்கோல்களின் சக்தியினை நீர் வழியில்சிறிது தூரத்திலுள்ள எரிபொருட்கோல்களைக் காட்டிலும் உச்ச அளவில் தோற்றுவிக்கக் காரணமாய் அமைகின்றன. ஐந்து துளைக்கூட்டமைப்பு வடிவமைப்பு (Five-hole assembly design), இது (நான்கு எரிபொருட் கோல்கள் நீக்கப்பட்டு) இயக்குவதற்கு வசதியாகப் பெரிய நீர்த்துளைகளுடனும் அதற்கு மாறாக (ஓர் எரிபொருட் கோல் நீக்கப்பட்டு) குறைந்த நீர்த்துளைகளினால் ஏற்படும் குறைந்த உச்சவிளைவினையும் (Lower peaking effect) கருத்தில் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டதாகும். பெரிய நீர்த்துளைகள் எரிபொருட் கூட்டமைந்த கட்டமைப்பில் (Fuei assembly structure) வளைந்து கொடுக்காத (Rugged) 2. 25 செ. மீ. வெளிப்புற விட்டமும், 0.0875 செ.மீ. தடிப்பும் கொண்ட சிர்கலாய் இயக்குக் குழாய்கள் (Zircaloy guide tubes) பயன்படுத்தும் வகையில் அமைந்துள்ளன. 16 × 16 எரிபொருட்கோல் குறுக்குச்சட்ட அமைப்பினை (Fuel rod lattice), உலையின் உட்பகுதியில் வைக்கும்போது இந்த நீர்த்துளைகள் உலை உட்பகுதியில் சீராகப் பிரிக்கப்படும். எரிபொருட் கூட்டமைப்புகளுக்கு இடையிலுள்ள நீர் வெளியைக் கருத்தில் கொண்டு நீர்த்துளைகளின் குறிப்பிட்ட அமைப்பு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றது. எரிபொருட் கூட்டமைப்பின் மைய நீர்த் துளையின் (Central water hole) விளைவு எரிபொருட் கூட்டமைப்புகளுக்கு இடையிலுள்ள நீர்வெளியினால் (Water gap) ஈடுசெய்யப்படுகின்றது. மிகச்சிறிய விரல்கள் கொண்ட அமைப்பின் (Very small fingers) உபயோகத்தினால் ஏற்படும் சிறிய குறைவான உள் உச்சநிலையின் (Local peaking) வசதியைக் காட்டிலும் சுலபமான இயக்குந்தன்மை முக்கியமானதாகத் தோன்றுகின்றது. வடிவமைப்புடன் தொடர்புடைய சிறிதளவு உயர்ந்த உச்சத்தினை (Slightly higher peaking) கட்டுப்பாட்டு வழிகளுக்கு (Control channel) அருகிலுள்ள கோல்களிலுள்ள எரிபொருள் செறிவூட்டத்தை வேறுபடுத்தியோ (Varying the enrichment), உள்வெப்பப் புள்ளிகளில் (Local hot spots) நீர் இடப்பெயரவைக்கும் அமைப்புகளைப் (Water displacers) பயன்படுத்தியோ மிகப் பெரிய அளவில் ஈடுசெய்ய முடியும்.

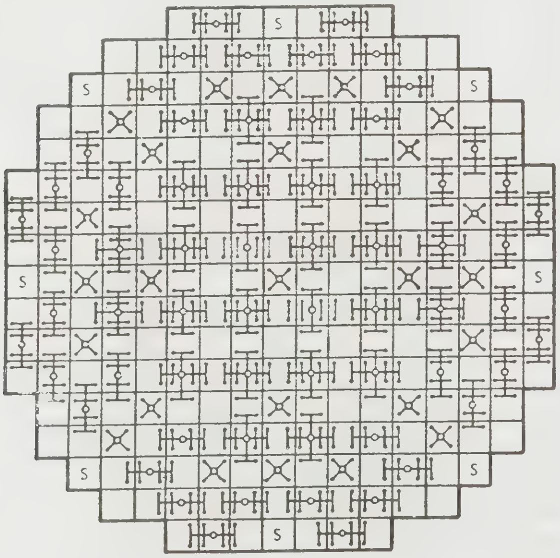


படம் 16. அழுத்த நீர் உலையினுடைய கட்டுப்பாட்டுக் கூறு கூட்டமைப்பும் எரிபொருளும்.

படம் 16 இல் காட்டியுள்ள கட்டுப்பாட்டுக் கூறுக் கூட்டமைப்பில் 2 செ.மீ. வெளிப்புற விட்டம் கொண்ட நியூட்ரான் உட்கவரும் பொருளாக (Neutron absorbing material) போரான் கார்பைடு உருண்டைகள் கொண்ட

இன்கோனல் (Inconel) குழாய்கள் அமைந்துள்ளன. உள்வாயு அழுத்த ஆக்கத்தினால் ஏற்படும் உச்ச அழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் வகையில் வாயு நிறை இடைவெளி (Gas plenum) வைக்கப்பட்டுள்ளது. தனித் தனிக் கட்டுப்பாட்டு விரல்கள் வெவ்வேறு சிலந்திக் கூட்டமைப்புக்களுடன் (Spider assemblies) இயக்கத் தக்கவாறும் பூட்டுமாறும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு அமைப்பதால் தயாரிப்பு எளிமையும், கப்பல் மூலம் அனுப்புவதற்கு வசதியும் ஏற்படுகிறது. கட்டுப் பாட்டுக் கூறுக் கூட்டமைப்பை எளிதாக ஒன்று சேர்க் கவும் வழி உண்டாகின்றது. எல்லா விரல்களும் விலக் கவும், மாற்றம் செய்வதற்கு ஏற்றபடியும் உள்ளதால் சீர் செய்தலும் தள்ளிக் கழிக்கும் பிரச்சினைகளும் (Servicing and disposal problems) குறைக்கப்படு கின்றன. சிலந்திக் கூட்டமைப்பும் அதன் நீட்டப்பட்ட தண்டும் (Extension shaft) இயன்ற வரை மீள உபயோ கிக்க வேண்டும் என்ற நோக்கத்துடன் அமைக்கப்பட் டுள்ளன.

ஒரே கட்டுப்பாட்டுக் கூட்டமைப்பில் சேர்ப்பதற்கான கட்டுப்பாட்டு விரல்களின் எண்ணிக்கையினை எளிதில் மாற்றம் செய்வதை அனுமதிக்கும் வகையில் மேற்புற இயக்கும் கட்டமைப்பு (Upper guide structure) வடிவ மைக்கப்பட்டுள்ளது. படம் 17 இல் கட்டுப்பாட்டுக் கூட்டமைப்புகளின் தரமான அமைப்பு காண்பிக்கப் பட்டுள்ளது. தரமான வடிவமைப்பில் ஆரவழிச் சக்திப் பகிர்வினை உருவாக்கவும் (Shaping of radial power distribution), அச்சுவழிச் சக்திப் பகிர்வினைக் கட்டுப் படுத்தவும் (Control of the axial power distribution), முழுச் சக்தி நிலைக்கு அருகிலுள்ள சக்தி மாற்றங்களை ஓர் எரிபொருட் கூட்டமைப்பில் நுழையும் குறை மதிப்புடைய 4-விரல் கட்டுப் பாட்டுக் கூறுக் கூட்டமைப்பினால் (Low worth 4-finger control element assembly) நல்ல முறையில் கையாளலாம். உலை உட்பகுதியின் புற எல்லைப் பகுதியில் (Peripheral region) மூடும் இயக்கக் கட்டுப் பாட்டினை (Shut down reactivity control) 8 விரல் கட்டுப்பாட்டுக் கூறுக்கூட்டமைப்பினால் கையாளலாம். உலை உட்பகுதியின் மையப் பகுதியில் 12 விரல் கட்டுப் பாட்டுக் கூறுக்கூட்டமைப்பினாலும் அவ்வாறே கை யாளலாம். இரண்டு வகையான மூடும் கட்டுப் பாட்டுக் கூறுக்கூட்டமைப்புகளின் (Shut down control element assemblies) தேவையாதெனில் அவை உலை உட்பகுதியின் புற எல்லைப்பகுதியில் (Periphery) உயர் இயக்க எரிபொருளில் (High reactivity fuel) "பிடி பட்ட கோல் நிலைக்கு ஈடான நிலை" (Stuck rod worths) கிடைக்க வகை செய்கின்றன. இது உலை உட் பகுதியின் குறைவு இயக்க மையப் பகுதியில் (Lower reactivity central zone) உள்ள கட்டுப்பாட்டுக் கூறுகூட்டமைப்பின் கட்டுப்பாட்டிற்கு ஈடான நிலைக்கு ஏறக்குறைய சமநிலை உடையதாகும்.



படம் 17. அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலை உட்பகுதியின் கட்டுப் பாட்டுக் கூட்டமைப்புகளுடைய தரமான அமைப்பு, தன் னாலேயே ஆக்கப்பெறும் புளூடோனியம் மறுசுழற்சிக்குத் தேவையான கட்டுப்பாட்டிற்கும் மேலாகவே, இவ்வமைப்பு கட்டுப்பாட்டினை வழங்குகின்றது. முழுமையான புளூ டோனியம் மறுசுழற்சித் தேவைக்கு S என்று குறிக்கப்பட்ட இடங்களில் நான்கு கூறு கட்டுப்பாட்டுக் கூட்டமைப்புகள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

கருவிகள் (Instrumentation)

பெரிய அளவிலான தற்போதைய நீர் உலைகளில் (Water Reactor) ஃசெனான் மறுபகிர்வினாலும் (Xenon redistribution), பிடிபட்ட கோல்களினால் (Stuck rods) தோன்றும் அணுக்கருவிளைவுகளினாலும், இயக்க ஒழுங்கின்மை காரணத்தாலும், கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள், கருவிகள் ஆகியவைகளின் மீது அதிக கவனம் செலுத்தவேண்டும், நிலையம் தன் இயல்பில் பிறழும் நிகழ்ச்சிகளுக்குத் தேவையான பாதுகாப் பினைக் கொண்டிருப்பினும், அது எப்போதும் செயலில் இருக்க வகை செய்யவும், கருவிகள், கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் ஆகியவற்றின் மீது அதிக கவனம் செலுத்தவும் வேண்டும். உலைச் சக்திப் பகிர்வின் (Reactor power distribution) மாற்றங்களை நிகழ்த்தும் இயக்க விளைவுகள் நிறைந்துள்ள காரணத்தால் உலை யின் நேர்வழி கண்டு தெரிவிக்கும் (On-Line monitoring) அமைப்புகளால் உலையின் நம்பகமான இயக்க நிலை கிடைக்க முடிகிறது. இது உலை உட்பகுதிக்கருவிகள் (Incore instrumentation) அமைப்பால் கிடைக்கிறது. உலைக் கொள்கல அடிப்புற வழியில் நுழைவதற்கு ஏற்றதாய் 61 உள் உலைக் கருவி (உ.உ.க.) கூட்ட மைப்புகளை கொண்ட அமைப்பு (Incore instrument -ICI assemblies) இங்கு விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. சீரான உலைச் சக்திப் பகிர்வினைக் கருத்தில் கொண்டால் உள் உலைக்கருவிகளின் ஆர வழிப்பகிர்வினால் (radial distribution) கோல் உள்ளதும் கோல் அற்றதுமான (rod-

ded and unrodded) ஒவ்வொரு வகையான எரிபொருட் கூட்டமைப்பையும் கருவிகளைக் கொண்டதாக அமைக்க வேண்டும். உள் உலைச்சக்தி வேறுபாடுகளைத் (Core power tilts) தெரிவிப்பதற்காக நான்கு சீரான அமைவுடைய உள் உலைக்கருவிக் கூட்டமைப்புகளைக் கொண்ட ஐந்து தொகுதிகள் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. உலை உட்பகுதியினை ஆர வழியில் நன்கு நிறைவு செய்யுமாறு கிடைக்க ஒவ்வொரு கருவியுடன் கூடிய எரிபொருட் கூட்டமைப்பும் மிகவும் அருகாமையிலோ அல்லது மூலைவிட்ட அமைப்பிலோ மற்றொரு கருவியுடன் கூடிய எரிபொருட் கூட்டமைப்புடன் அமைந்திருக்கும். ஒவ்வோர் உள் உலைக்கருவிக் கூட்டமைப்பிலும் ஐந்து சுய சக்தியுடைய நிலையான கண்டு பிடிக்கும் கருவிகள் (Self- powered fixed detectors) உலை உட்பகுதியின் நீளத்தில் அச்சியல் வழியாகப் பகிர்ந்து அமைந்துள்ளன. கூட்டமைப்பின் முனையில் இரு வேறுபட்ட வெப்பமுடைய உலோக இணைப்பின் (Thermo-couple) வழியாக வெளி வழி வெப்பத்தைத் தெரிவிக்க, உலர்-குழிக் கருவிக் குழாய்க்குள் (Drywell instrument tube) நகரும் கண்டுபிடிக்கும் கருவி (Movable detector) இருக்கும். இவ்வகையான அமைப்பினால் நிலையான கண்டுபிடிக்கும் கருவியில் (On-line fixed detector) உயர் அளவிடு நுட்பத்தை (High measurement accuracy) அறிய முடிகிறது.

300 நிலையான கண்டுபிடிக்கும் கருவிகளிலிருந்து தொடர்ந்து தெரிவிக்கப்பட்டு உலை உள் நிலையினைத் தெரிவிக்கும்கம்ப்யூட்டரினால்ஆய்வு செய்து கிடைக்கும் செய்தியானது இயக்குபவருக்கு உள் உலைப்பகுதிச் சக்திப் பகிர்வினைப் (Core power distribution) பற்றிய தகவலையும், எரிபொருளின் உயர்ந்த நேர்வெப்ப வீத அளவையும் (Maximum linear heat rate), கருவாக்கக் கொதித்தல் வீதத் தொடர்பின் பிறழ்வினையும் (Departure from nucleate boiling ratio), மேலும் எரிபொருளின் திறந்த நிலையினையும் (Fuel exposure) தெரிவிக்கின்றது. குறை மதிப்புடைய 4 விரல் கட்டுப்பாட்டுக்கூறு கூட்டமைப்புகளின் வழியாகச் சக்தி மாற்றங்களுக்காகவும், சக்திப் பகிர்வுக் கட்டுப்பாடு கிடைக்கவும் மேலான உலைச் சக்தி இயக்கத்தைப் பெற இச்செய்திகள் பின்னர் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உயர் வெப்ப வாயுக் குளிர்விப்பு உலைகள் (உ.வெ.வா.உ.) (High Temperature gas cooled reactors-HTGR)

உயர் வெப்ப வாயுக் குளிர்விப்பு உலையானது மேம்படுத்தப்பட்ட வெப்ப உலையாகும். இது நவீன நீராவி நிலைகளைத் (Modern steam conditions) தோற்றுவிக்கத் தகுந்ததாகும். இதில் ஈலியம் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மேலான உயர் வெப்பப் பண்புகளைக் கொண்ட கிராபைட், தரமதப்படுத்தியாகவும் கட்டமைப்புப் பொருளாகவும் (Moderator and structural material) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எரிபொருளானது கார்பைடு துகள்கள் அணியப்பெற்றதும், செராமிக் பூச்சுகளைக் (Carbide particles clad with ceramic coatings) கொண்டதுமான செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியம் தோரியம் கலவையாகும் (Mixture of enriched uranium and thorium).

உயர் வெப்பநிலைகளும், உயர் வெப்ப இயக்குதிறமும் (High thermal efficiency) (39%க்கு மிக்க அண்மையிலுள்ள) உடைய உ.வெ.வா.உ. எரிபொருள் சேமிப்பினால் உயர்ந்த செயல்படும் தன்மையும் (High performance), குறைந்த மூலதனச் செலவும் (Lower capital cost), வழக்கமான சுழலி-மின் ஆக்கிச் சாதனங்களும் (Conventional turbine generator equipment) கொண்டு அமைந்துள்ளது. கழிவு வெப்பத்தை எடுத்துச் செல்வதற்கான குளிர்நீர் அளவின் தேவையானது மென்னீர் உலைகளைக் (மெ.நீ.உ.) (Light water reactor (LWR) காட்டிலும் மிகக்குறைந்த அளவேயாகும்,

எரிபொருட் சுழற்சியில் (Fuel cycle) தோரியத்தின் பயன்பாடு எரிபொருட் செலவைக் குறைக்கிறது. எரிபொருட் சேமிப்பைக் கூடுதலாக்குகிறது. மேலும் தோரியம் எளிதில் கிடைக்கக் கூடிய மிகுந்த அளவு படிவுப் பொருளாகவும் (Large deposits), எரிபொருட் கையிருப்பு வளமாகவும் உள்ளது. உ.வெ.வா. உலையானது குறிப்பிடத்தக்க சூழ்நிலை அனுகூலமும் உடையது. இதில் அடங்கியவை : 1) உயர் இயங்கு திறத்தினால் (High efficiency) குறைந்தவெப்ப வெளியேற்றமே (Lower thermal discharge) நிகழ்கிறது. 2) உயர்ந்த கூறுபடாநிலை கொண்ட எரிபொருளைக் கொண்டிருப்பதாலும் (High integrity fuel), எதிர்ச் செயலற்ற குளிர்விப்பானினாலும் (Inert coolant), குறைவான கதிரியக்கக் கழிவினை (Radio active waste) வெளியேற்றுகிறது. 3) உயர் இயங்கு திறம் கொண்டிருப்பதாலும் எரிபொருட் சுழற்சியில் (Fuel cycle) தோரியத்தைப் பயன்படுத்துவதாலும் குறைந்த அளவு மூலப் பொருளே செலவாகிறது.

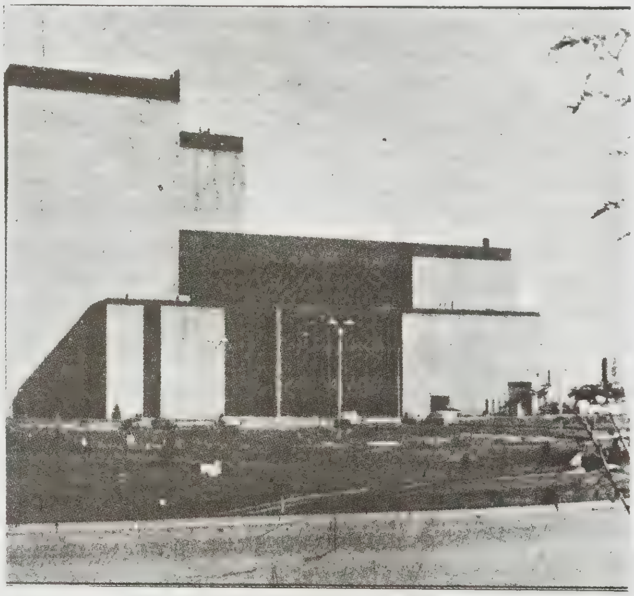
ஹீலியம் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுவதால் மிதமான அழுத்தங்களில் (Moderate pressures) உயர் இயங்கு வெப்பநிலைகள் (High operating temperatures) தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. ஹீலியத்தின் அடிப்படை அனுகூலம் யாதெனில் அது வாயு நிலையிலேயே (Gas phase) எப்போதும் இருப்பதால் குளிர்விப்பான் முழு இழப்பு (Loss of coolant) ஒரு பிரச்சினையாகத் தோன்றுவதில்லை. ஹீலியம் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில் நன்மைகள் எவை எனில் 1) இது வேதியியல் மாற்றங்களில் செயல்படாமல் உள்ளது (Chemically inert). 2) நியூட்ரானை உட்கவரும் தன்மையற்றதாக உள்ளது. 3) அமைப்பு இயக்கத்தில் (System reactivity) எத்தகைய பங்கையும் பெறுவதில்லை. 4) உ.வெ.வா.உ.யின் தேவைகளைச் சந்திப்பதற்கு ஏற்றவாறு தேவையை நிறைவு செய்யும் பொருளாகத் தொடர்ந்துள்ளது.

நிதானமாக்கியாகவும் உலை உட்பகுதிக் கட்டமைப்புப் பொருளாகவும் (Structural material) கிராபைட் பயன்படுகிறது. இதற்குக் காரணங்களாவன 1) இது உயர் வெப்பநிலையில் மேம்பட்ட இயக்க வல்லமை (Excellent mechanical strength) கொண்டிருப்பது. 2) மிகக் குறைந்த நியூட்ரான் பிடிப்புக் குறுக்குப் பரப்பு (Very low neutron capture cross-section) பெற்றிருப்பது. 3) சிறந்த வெப்பக்கடத்தியாக (Good thermal conductivity) இருப்பது. 4) உயர் வெப்ப எண் (High specific heat) கொண்டதாய் இருப்பது. வெப்ப உலைகளில் கிராஃபைட்டின் பயன்பாடு நீண்ட வரலாற்றினைக் கொண்டது. அது குறைந்த நியூட்ரான் பிடிப்புக் குறுக்குப் பரப்பைக் கொண்டிருப்பதால் எரிபொருள் அணியப்பெற்ற உலோகஉறையிலோ, (Metallic fuel cladding) அல்லது கட்டமைப்புத் தாங்கிகளிலோ (Structural supports), உலைஉட்பகுதியில் உட்கவர்ச்சி (Absorption) வழியாக நியூட்ரான்கள் இழக்கப்படுவதில்லை. கிராஃபைட் உயர் வெப்ப இயக்கங்களில் (High temperature operations) பொருத்தமுடையதாகவும், அதன் வலிமை 4500°பா, 2482°செ. வெப்ப நிலைவரை அதிகரிப்புடையதாகவும் உள்ளது. இவ்வெப்பம் உ.வெ.வா.உ.யின் செயல் எல்லைக்கும் அப்பாற்பட்ட வெப்ப நிலையாகும்.

உ.வெ.வா. உலைகளில் தோரியம் யுரேனியம் எரிபொருட் சுழற்சியைப் (Fuel cycle) பயன்படுத்துவதால் மெ.நீ. உலைகளில் பயன்படுத்தும் புளூடோனியம்/யுரேனியம் குறைச் செறிவூட்டச் சுழற்சிக்கும் (Low enrichment cycle) மேம்பட்டதான, உலை உட்பகுதிச் செயல் நிறைவேற்றம் (Improved core performance) உண்டாகிறது. இதற்கான முதற் காரணம் யாதெனில் உலை இயக்கத்தில் தோரியத்தில் நியூட்ரான்கள் பிடிபடுவதால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிளவுறும் தன்மை கொண்ட (Fissile) 233U, குறைச் செறிவூட்டச் சுழற்சியில் 238U விலிருந்து தோற்றுவிக்கப்பட்ட 239 Pu வினைக் காட்டிலும் நியூட்ரான் மோதும் வகையில் (Neutronically) மேம்பட்ட எரிபொருளாக இருப்பதே. மேம்பட்ட நியூட்ரான் கொள்ளும் பண்புகளில் (Neutronic characteristics) கிராஃபைட் தாமதமாக்கி தோரியம்/யுரேனியம் சுழற்சி, உயர் மாற்று வீதத் தொடர்பிற்கும் (High conversion ratios), குறை எரிபொருள் தேவைக்கும் (Low fuel inventories) வழி செய்கின்றது. குறைந்த 235 U தேவை அளவீடுகளும் (Inventories), அதை ஈடுசெய்வதற்கான தேவைகளும் (Make-up requirements) யுரேனியத்தின் விலை உயர்வில் ஒரு பிரச்சினையாக அமையவில்லை.

முதன்மைக்கால வளர்ச்சி (Early development)

1950 முதற்கொண்டு உ.வெ.வா.உ. இங்கிலாந்தில் படிப்படியாக வளர்ச்சி அடைந்து வந்துள்ளது. 1950க்குப் பிற்பட்ட பகுதியில் அமெரிக்காவில் இக்கருத்தினைக் கொண்ட வேலை தொடங்கப்பட்டது. 1960 ஆரம்பத்தில் மேற்கு ஜெர்மனியும் மற்ற ஐரோப்பிய நாடுகளும் இத்திட்டத்தை உருவாக்கின. மூன்று முன்னோடி மாதிரி அமைப்புகள் (Prototype installations) குறைந்தது 6 ஆண்டுகள் வரை வெற்றிகரமாக இயக்கப்பட்டு வந்தன. அவை: 1) 20 மெ.வா (வெப்ப) டிராகன் உலை (இங்கிலாந்து). 2) 15 மெ.வா (மின்சார) ஜெர்மன் AVR. 3) 40 மெ.வா (மின்சார) "பீச் பாட்டம்" 1, உலைகளாகும். 1970 மத்தியில் இரண்டு சோதனை உலைகள் கட்டப்பட்டோ முடிக்கப்பட்டோ இருந்தன. இவற்றில் முதலாவது 330 மெ.வா. (மின்சாரம்) கொண்ட புனித வரேயின் கோட்டை (Fort St. Vrain) நிலையமாகும். (படம்-18.) இரண்டாவது

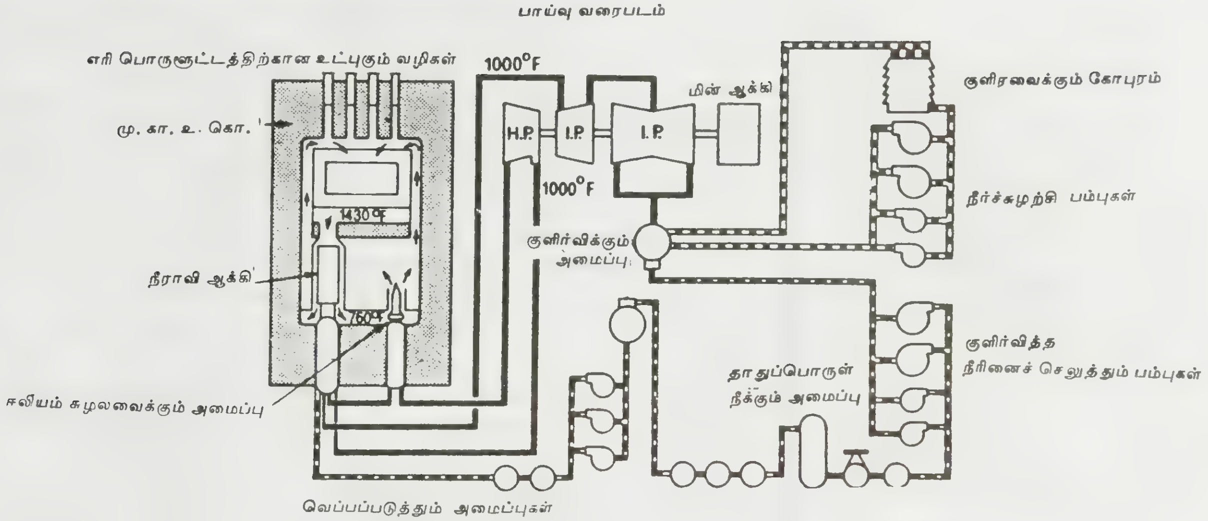


படம் 18. கொலரேடோ பிளாட்டிவில்லியிலுள்ள புனித வரெய்ன் கோட்டை அணு மின் நிலையத்தின் வெளிப்புறத் தோற்றம்.

சோதனை நிலையம் 300 மெகாவாட் (மின்சாரம்) கொண்ட ஜெர்மானிய ஸ்கிமிஹாசன் உலையாகும். இந்த முன்னோடி மாதிரி (உ.வெ.வா.) உலைகளினாலும், மற்ற வாயுக் குளிர்விப்பு உலைகளிலிருந்தும், மிகவும் நேரடியான செயல்படத்தக்க அனுபவம் கிடைத்தது. இவற்றில் முதன்மையானது இங்கிலாந்தில் கட்டப்பெற்ற கேல்டர் ஹால் உலையாகும். இவ்வுலை 1956 இல் முழுச்சக்தி இயக்கத்தை வெளிப்படுத்தியது.

புனித வரெய்ன் கோட்டை நிலையம் (Fort St. Vrain station)

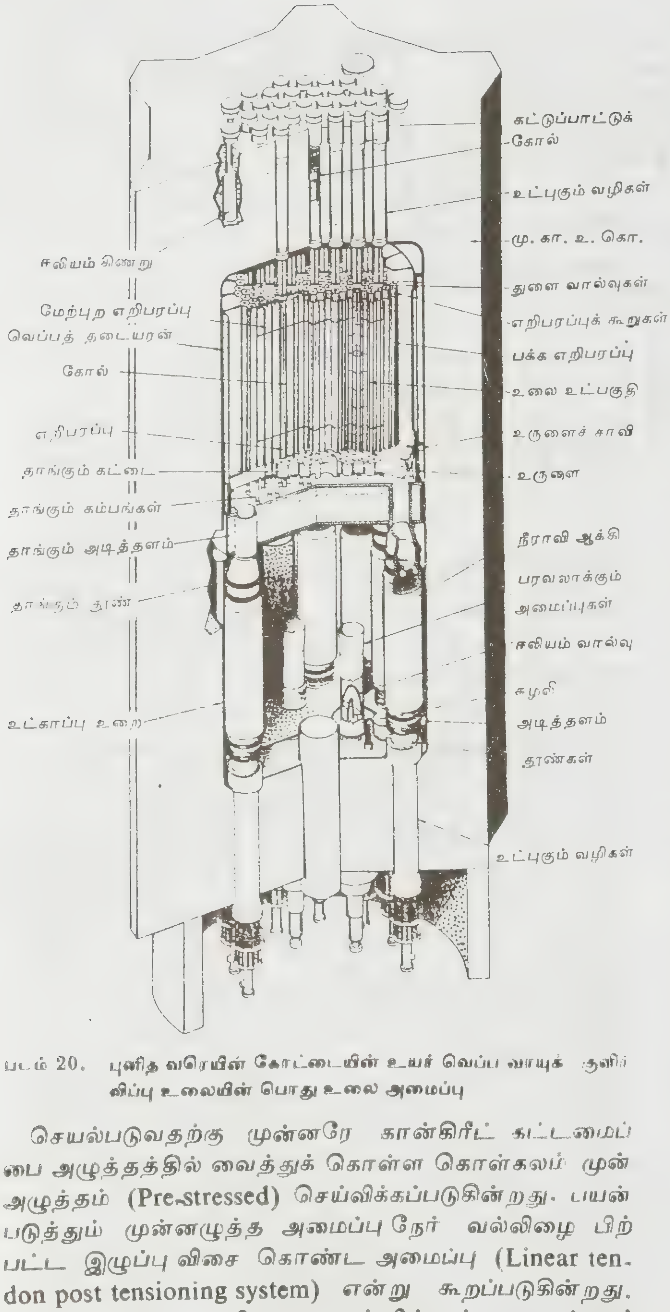
மிகவும் எளிமையாக்கப்பட்ட இந்த நிலையத்தின் பாய்வு வரை படம்-19இல் (Flow diagram) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்நிலையம் 842 மெ.வா. (வெப்பம்) ஆக்கம் கொண்டதாயும், நிகர ஆக்க அளவு 330 மெ. வா. (மின்சாரம்) கொண்டதாயும் உள்ளது. 700 ப.ச.அ. அழுத்தத்தில் ஹீலியம் குளிர்விப்பான், உலை உட்



படம் 19. புனித வரெயின் கோட்டை அணு மின் நிலையத்தின் எளிமையாக்கப்பட்ட பாய்வு வரைபடம்.

பகுதியில் கீழ்ப்புற வழியாகப் பாய்ந்து 1430°பா.(777° செ.) அளவுக்கு வெப்பமடைகிறது. உலையின் மேல் பொருத்தப்பட்ட துளை வால்வுகள் (Orifice valves) மூலம் குளிர்விப்பான் பாய்வு சீராக்கப்படுகிறது. இந்த வால்வுகள் கட்டுப்பாட்டுக்கோல் செலுத்தும் இயக்கங் களுடன் (Control rod drive mechanisms) பிணைக்கப் டுள்ளன. உலை உட்பகுதியிலிருந்து நீராவி ஆக்கி களின் வழியாகக் குளிர்விப்பான் பாய்கின்றது. நீராவி ஆக்கிகள் வழியாகச் சென்ற பிறகு 700°பா.(404°செ.) வெப்பத்தில் உலை உட்பகுதிக்கு ஹீலியத்தினை நான்கு நீராவிச் சுழலிகளால் இயங்கும் ஹீலியம் சுழல வைக்கும் அமைப்புகளால் (Steam turbine driven helium circulators) திருப்பிக் கொண்டு வரப்படுகின்றது. இரண்டு ஒருமித்த வளைவுகள் (Identical loops) பயன்படுத்தப் படுகின்றன. ஒவ்வொன்றிலும் பிரிக்கத் தக்க ஆறு நீராவி ஆக்கிகளும் (Six module steam generators) மேலும் இரண்டு ஹீலியம் சுழல வைக்கும் (Helium circulators) அமைப்புகளும் இருக்கும். ஒவ்வொரு வளை வும் அணுக்கரு நீராவி வழங்கு அமைப்பின் (Nuclear steam supply system) மொத்த ஆக்க அளவில் பாதி ஆக்க அளவினை வழங்குகின்றது. இவ்வமைப்பு 2400 ப.ச.அ.அ. (பவுண்டு/சதுர அங்குலம் அளவிடப்பட்ட (Pounds per square inch guage) (Psig) அழுத்தத்தில் 1000° பா. (538 செ.) வெப்பநிலையில் நீராவியைத் தோற்றுவிக்கின்றது. இதன் ஒரே மீள் வெப்பப்படுத்தும் வெப்பநிலை (Single reheat) 1000° பா. ஆகும். ஹீலி யம் சுழல வைக்கும் அமைப்புகள் உயர் அழுத்தச் சுழலி யிலிருந்து வெளிப்படும் நீராவியைக் (Exhaust steam) கொண்டு இயக்கப்படுகின்றன. இந்த நீராவி மீண்டும் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு இடைப்பட்ட அழுத்தச் சுழலிக்கு (Intermediate pressure turbine) திருப்பிக் கொண்டு வரப்படுகின்றது. சுழலும் அமைப்புகள் (Circulators) பெல்டன் நீர்ச்சுழலியால் (Pelton water wheel) இயக்கத் தக்கவாறு அமைந்துள்ளன. அதனால் அவசர நிலை களில் பாய்லர் ஊட்டு பம்புகளினால் (Boiler feed pumps) இதனை இயக்கலாம். பொது உலை அமைப்பு (General reactor arrangement) படம் 20 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. முன்னழுத்தங்கொண்ட கான்க்ரீட் உலைக் கொள்கலம் (மு.கா.உ.கொ) (Prestressed concrete reactor vessel) (PCRV) 9.3 மீ. உள்விட்டத்துடனும் 22.5 மீ. உள் உயரம் கொண்டதாயும் உள்ளது. மேற் புறக் கீழ்ப்புறத் தலைகள் 4·5 மீ. வடிவமைப்புத் தடிப் பும், சுவர்கள் 2.7 மீ. வடிவமைப்புத் தடிப்பும் கொண்டி ருக்கும். இவ்வாறாக மு.கா.உ.கொ. குளிர்விப்பானை செயல்படும் அழுத்தத்தில் (Coolant operating pressure) வைத்துக் கொண்டிருப்பதும், கதிரியக்கக் காப்பினை (Radiological shielding) வழங்குவதும் ஆகிய இரு வேலைகளைச் செய்கின்றது. கொள்கலத்தின் வெளிப் புறச் செங்குத்தான பரப்பினை (Exterior vertical surface), ஒவ்வொரு மூலையிலும் செங்குத்தான சதுரத்தூண்களைக் (Vertical pilasters) கொண்ட அறு கோணப் பிரிசத்திற்கு (Hexagonal prism) ஒப்பிடலாம். இது, சதுரத்தூண்களுக்குக் குறுக்கில் 18.3 மீ. உடைய தாகவும் சம தளங்களுக்குக் (flats) குறுக்கில் 13.7 மீ. உடையதாகவும் 31.8 மீ உயரம் கொண்டதாயும் இருக் கும். மு.கா.உ.கொ.வின் கான்கிரீட் சுவர்களும், அதன் தலைகளும் 1.88 செ.மீ. தடிப்புடைய கார்பன் எஃகு உட்காப்பு உறையைச் (Carbon steel liner) சுற்றிக் கட் டப்பட்டுள்ளன. இவ் உட்காப்புறை கான்கிரீட்டினால் நிலை நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இது ஹீலியம் வெளியேறா தவாறு புறத்தோல் (Helium tight membrane) போல் பயன்படுகிறது.

கான்கிரீட் பக்கத்திலுள்ள உட்காப்பு உறைக்கு மேல் நீரால் குளிரவைக்கும் குழாய்களின் அமைப்பு (System of water cooled tube) பற்ற வைக்கப்பட்டுள்ளது (Welded). இது கான்கிரீட் வெப்பத்தைக் கட்டுப் படுத்தும் வெப்ப நீக்க அமைப்பாகச் செயல்படுகின்றது.



படம் 20. புனித வரெயின் கோட்டையின் உயர் வெப்ப வாயுக் குளிர்விப்பு உலையின் பொது உலை அமைப்பு

செயல்படுவதற்கு முன்னரே கான்கிரீட் கட்டமைப்பை அழுத்தத்தில் வைத்துக் கொள்ள கொள்கலம் முன் அழுத்தம் (Pre-stressed) செய்விக்கப்படுகின்றது. பயன்படுத்தும் முன்னழுத்த அமைப்பு நேர் வல்லிழை பிற்பட்ட இழுப்பு விசை கொண்ட அமைப்பு (Linear tendon post tensioning system) என்று கூறப்படுகின்றது. கட்டும் போது வல்லிழைகளைப் பின்னர் நுழைப்பதற்காக எஃகுக் குழாய்கள் கொள்கலக் கான்கிரீட்டில் பதிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு வல்லிழையும் 170 எண்ணிக்கை கொண்ட 0.6 செ.மீ. விட்டமுடைய ''வெப்ப ஊட்டங்கொண்ட'' கம்பி ஆகும். இந்தக் கம்பிகள் குளிர்-உருச்சிதைவுடைய பொத்தான் தலைகளுக்கும் (Cold-deformed button heads), பட்டைவளையக் கூட்டமைப்புகளுக்குமிடையே (Washer assembly) நிலை நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை பொறிப் பகுதிகளைப் பொருத்தும் பிளவுபட்ட சிம்புகளுக்கும், (Split shims) கான்கிரீட்டிலுள்ள எஃகினைத் தாங்கும் தகட்டிற்கும் (Steel bearing plate) பளுவினை மாற்றிப் பகிர்வடையச் செய்கின்றன. மூன்று வல்லிழை அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை 90 நீளப் பாங்கான (Longitudinal) (செங்குத்து) வல்லிழைகளும், 310 வட்டச் சுற்றளவு சார்ந்த (Circumferential) வல்லிழைகளும், 48 குறுக்குத்தலை (Cross head) வல்லிழைகளும் ஆகும். மு.கா.உ.கொ.வின் உட்புறத்தில் உலை உட்பகுதியினைத் தாங்கும் சமதளப்பரப்பும் (Core support floor), எஃகினாலான நீர்க்குளிர்விப்புக் கூட்டமைப்பும் (Water cooled structure), 1.5மீ. தடிப்புடைய வலிமை யூட்டப்பட்ட கான்கிரீட்டும் (Reinforced concrete) அமைந்துள்ளன. இது மு.கா.உ.கொ.வின் உட்குழியின் (Cavity) அடிப்புறத்திலிருந்து 12 நீர்குளிர்விப்படைந்த எஃகுத் தூண்களால் (Water cooled steel columns) தாங்கப்படுகின்றது. உலை வெளிப்புற ஹீலியத்தை 12 துளைகள், உலை உட்பகுதியினைத் தாங்கும் சமதளப் பரப்பின் வழியாகக் கீழ்ப்புறத்தில் செலுத்தும். இது 12 நீராவி ஆக்கிக் கலங்களுக்குச் (Steam generator modules) செலுத்தப்படும்.

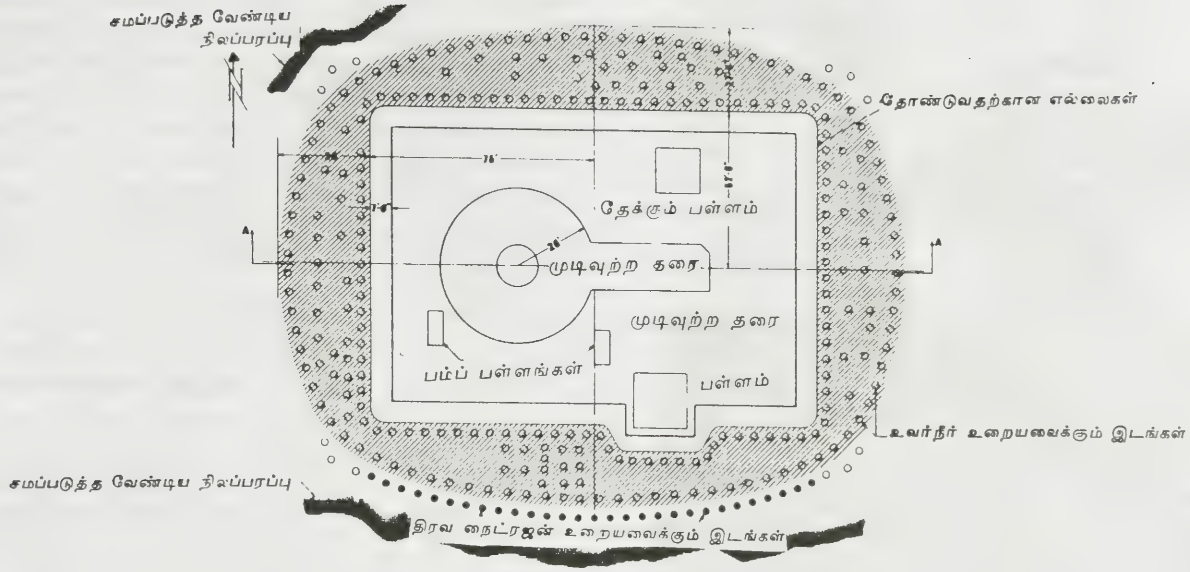
நிலையம் கட்டுமிடத்தில் 6-7.5 மீ. ஆழத்தில் நீர் மட்டம் இருப்பதாலும், பூமிக்கடியிலுள்ள நீர் மிக அதிக அளவு பாய்வினைக் கொண்டுள்ளதாலும் உறைச் சுவர் தொழில் நுட்பத்தினைப் (Freeze-wall technique) பயன்படுத்தித் தோண்டும் பகுதியில் நீர்ப்பாய்வு தடுக்கப்படுகிறது. மேலும் பாரந்தூக்கும் பொறிகளையும் (Cranes), தேவைப்பட்ட பளுவான சாதனங்களையும் தாங்குவதற்குச் செங்குத்தான சுவரும் வைக்கப்பட்டுள்ளது. சரியாக 16.5 மீ. ஆழம் அடிப்பாறை வரை செலுத்தப்பட்டுள்ள 360 குழாய்கள் வழியே குளிர்விக்கப்பட்ட உப்புநீர் (Brine), பம்பின் மூலம் செலுத்தப்பட்டு உறைச் சுவர் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. படம் 21 இல் இத்தொழில் நுணுக்கம் விளக்கப்பட்டுள்ளது. கட்டுமானத்தின் போது எடுக்கப்பட்ட இந்த நிழற்படம், அடிப்புறத்தலைக் கூட்டமைப்பு(Bottom head assembly) அதன் இட அமைவிற்கு எடுக்கும் போது எடுக்கப்பட்டதாகும். (காண்க படம் 22).

பெரிய அளவிலான உ.வெ.வா.உ.கள். (Large HTGRS)

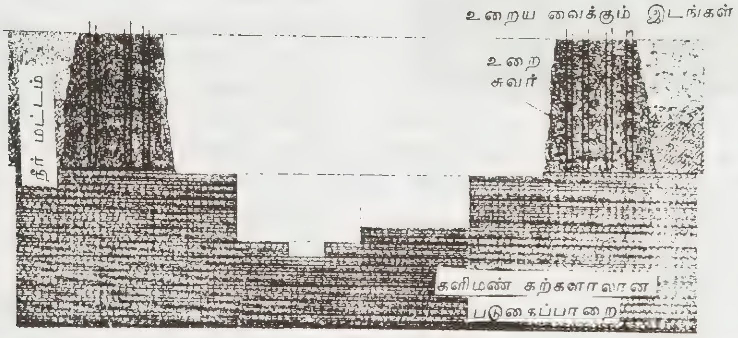
இவை சரியான அல்லது 1000 மெ.வா. (மின்சாரம்) கொள்ளளவைத் தாண்டும் அமைப்புகளாகும்.

உலை உட்பகுதி (Reactor Core)

இதில் உ.வெ.வா.உ. எரிபொருட் கூறு கிராபைட் கட்டையாகும் (Graphite block). இது அறுகோணக் குறுக்கு வெட்டு (Hexagonal in cross section) உடையதாகவும் நீளப்பாங்கான எரிபொருட் குழிகள் (Longitudinal fuel holes) உடைய சட்டத்தினைக் கொண்டதாயும், குளிர்விப்பான் வழிகளைக் (Coolant channels) கொண்டதாயும் இருக்கும். எரிபொருட் கூறுகட்டை (Fuel element block) ஒவ்வொன்றும் 8 கட்டைகள் கொண்ட தூண்கள் வடிவில் அடுக்கப்பட்டும், மத்திய



அ

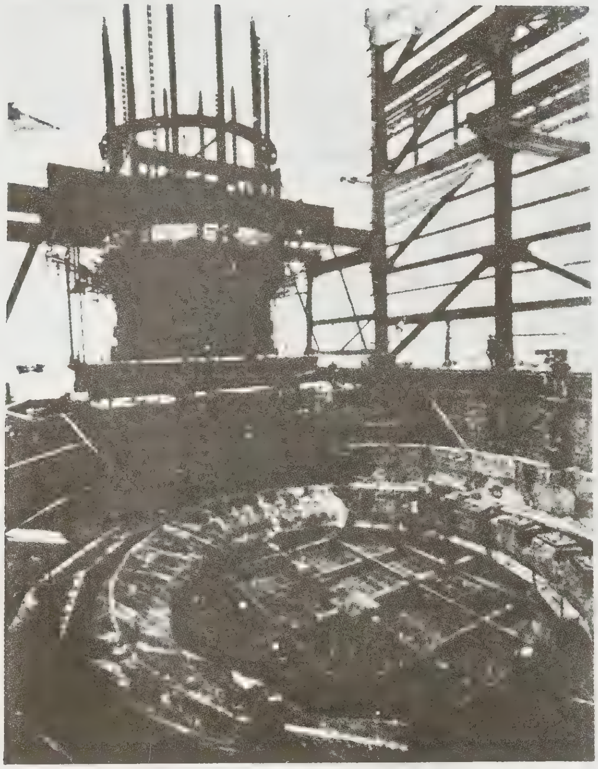


ஆ

படம் 21. புனித வரெய்ன் கோட்டை மின் ஆக்க நிலையக் கட்டுமானத்தின்போது நீருக்கடியில் கடைகால் போடுவதற்கான நீர் புகாக் கூண்டு அமைப்பிற்காகப் பயன்படுத்தும் உறைச் சுவர் தொழில் நுட்பம்.
(அ) இடத்தின் திட்ட வரைபடம் (ஆ) அ-அ வழியாகக் குறுக்கு வெட்டு

தூணைச் சுற்றி 6 தூண்கள் சூழப்பெற்றது போன்றும் எரிபொருட் பகுதிகள் (Fuel regions) பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பகுதியும் பெரிய உலை உட் பகுதித் தாங்கிக் கட்டையின் (Core support block) மீது நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இத்தாங்கிக் கட்டைகள், மத்தியி லுள்ள குழிப் பகுதியின் உட்காப்பு உறையின் மீது நின்று கொண்டிருக்கும் கிராஃபைட் கம்பங்கள் (Graphite posts) மேல் நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. அறுகோண வடிவ கிராஃபைட் பிரதிபலிப்புக் கூறுகள் (Hexagonal graphite reflector elements) மேலும் கீழும், மற்றும் செயல்படும் உலை உட்பகுதியைச் (active core) சுற்றியும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கூறுகள் முழு கூட்ட மைப்பிற்கும்வட்டவடிவத்தைக்(circular configuration) கொடுக்க, நிலையான பக்க எரிபரப்புக் கட்டைகளால் (Side-reflector blocks) சூழப்பட்டுள்ளன. கிராஃபைட் பொருளில் (Graphite Matrix) பீங்கான் பூசப்பட்ட எரி பொருள் துகள்கள் (Ceramic coated fuel particles) உள் ளன. வெப்பமுறை நுணுக்கத்தைப் (pyrolitic techniques) பயன்படுத்திய பூச்சுகள் (Coatings) உயர் அளவு பிளவு விளைபொருள் கட்டுப்பாட்டில் (fission product confinement) இருப்பதற்காகப் பல அடுக்குகளைக் (Multi-layered) கொண்டுள்ளன. துளையுள்ள உள் ளடுக்கு (Porous inter layer) அல்லது தாக்குதல் தடுக்கும் இடைப்பட்ட பகுதி (Buffer zone) கதிர் வீசும் எரிபொருள் விரிவாக்கத்தை (Expansion of the irradiated fuel) ஏற்றுக்கொண்டு வாயுநிலைப் பிளவு விளை பொருள்களைத் (Gaseous fission products) தேக்கி வைக்கும் இடமாகவும் அமைந்துள்ளது. வெளிப்புற அடுக்கு, பிளவு விளைபொருள் நிறுத்தும் தடையாகச் (Fission product retention barrier) செயல்படுகிறது. இது மேலும் கட்டமைப்பிற்கு வலிமையையும் வழங்கு கிறது. துகள் பூச்சானது (Particle coating) மிகச் சிறி தான கோள வடிவ அழுத்தக் கொள்கலம் (Miniature spherical pressure vessel) போன்று செயற்படுகின்றது.

பலராலும் ஏற்கப்படக் கூடிய வெப்ப எல்லைக்கும் செயல் எல்லைக்கும் ஒத்திருக்கும் படி குறைந்த எரி



படம் 22. புனித வரெய்ன் கோட்டை அணுமின் நிலையக் கட்டுமானத் தின்போது அடிப்பக்கத் தலைப்பகுதி கூட்டமைப்பினை அதன் இடத்தில் அமைவதற்குத் தூக்கி வைக்கப்படுகின்றது.

பொருட் சுழற்சிச் செலவுடைய (Lowest fuel cycle cost) எரிபொருள் அமைப்புத் திட்டத்தினை (Fuel management scheme) அடையக் கீழ்க்கண்ட அளபுருக்கள் (Parameters) தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. (1) யுரேனியம்/ தோரியம் இணைந்த எரிபொருட் சுழற்சி. (2) நான்கு ஆண்டுகள் கொண்ட எரிபொருள் வாழ் நாள். (3) 8.4 வாட்/செ.மீ.^{3} அளவான சராசரிச் சக்திஅடர்த்தி (Average power density). (4) ஆண்டொன்றுக்கு ஒருமுறை எரி பொருள் மாற்றும் நிலை, மெ.நீ.உ.யைக் காட்டிலும் மிக உயர்ந்த மாற்று வீதத்தொடர்பு (Conversion ratio) களைப்பெற, உ.வெ.வா.உ.யின் உலை உட்பகுதிச் சுமையை ஏற்ற முடியும். இவ்வகையான செயல் முறையில் மூலப்பொருள்களைச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்த வளமான பொருள்களைப் (Fertile materials) பயன் படுத்தும் நிலைக்கு நாம் செல்ல வேண்டும். மூலப் பொருள் பயன்பாட்டிற்கும் அதன் பொருளாதாரத் திற்கும் இடையே உள்ள பரிமாற்றத்தினை (Trade off) வேலை செய்யும் மூலதனச் செலவிற்கு (Cost of working capital) ஏற்றவாறு குறைத்துக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு மறு எரிபொருளூட்டப் பகுதியிலும் (Refuelling region) இரண்டு கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களைக் கொண்டு உலை கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எல்லா கட்டுப்பாட்டுக் கோல் தொகுதிகளும் வேகமாக மூடுந் திறனுடனும் (Scram-quick shutdown), புவி ஈர்ப்புச் சக்தியில் (Gravity) இயங்கும் படியும் உள்ளன. கூடுதலான கையிருப்பிலுள்ள மூடும் அமைப்பு (Reserve shutdown system) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இது போரான் கலந்த கிராஃபைட் உருண்டைகளைக் (Boronated graphite pellets) கொண்டுள்ளது. இவை உலை உட் பகுதியில் ஒவ்வொரு மறு எரிபொருளூட்டுச் செலுத்தத் தின் (Refuelling penetration) போதும் திறக்கப்படும் அமைப்புகள் வழியாகவும், ஒவ்வொரு மறு எரிபொருள் ஊட்டப் பகுதியிலுள்ள மத்திய எரிபொருட்கூறின் (Central fuel element) உருளை வடிவ வழிகளின் (Cylindrical channels) மூலமாகவும் உலை உட் பகுதிக்குச் செலுத்தப்படுகின்றன.

காப்பு அமைப்புகள் (Safeguard systems)

உ.வெ.வா.உ. வடிவமைப்பு, இயல்பான சிறப்புக் காப்புக்களைக் (Inherent safety features) கொண்டதா யும், திட்டமிட்டியற்றும் பாதுகாப்பு (Engineered safeguards) நிறைந்ததாயும் உள்ளது. உள்ளார்ந்த காப்புப் பண்புகளில் அடங்குபவை எதிரியல்புச் சக்தியும், வெப்பக்குணகமும் (Negative power and temperature coefficients) ஆகும். இது எரிபொருளில் தோரியம் சேர்ந்திருப்பதால் உறுதியடைகிறது. பெரும் பொருள் அளவுடைய கிராஃபைட்டின் உயர் வெப்பக் கொள்ளள வினால் (High heat capacity) செயல்படுத்தப்படும் நுழைப்புகளால் (Reactivity insertions) தோற்றுவிக் கப்படுகின்ற, கண நேரத்தில் மாறும் எந்த உலை வெப்பமும் (Core temperature transient), அல்லது குளிர்விப்பில் ஏற்படும் தடைகளும், நிதானமாகவும் தயாராகவும் கட்டுப்படுத்தக்கூடியவை. இந்த முக்கியக் காப்புச் சிறப்பினால் அவசர உலை உட்பகுதிக் குளிர் விப்பு அமைப்பின் (Emergency core cooling system) தேவை நீக்கப்படுகின்றது. மேலும் மீதமுள்ள வெப்ப நீக்க அமைப்பு (Residual heat removal system) மட்டும் நீண்ட நேர வெப்ப வீழ்ச்சிக்காகத் (Long term decay heat) தேவைப்படுகின்றது. மேலும் குளிர்விப்பான் தாமதப்படுத்தியாகச் செயல்படும் உலைகளைக் காட் டிலும் உ.வெ.வா.உ.வினைக் கட்டுப்படுத்துவது இயல் பாகவே எளிதாய் உள்ளது. பீங்கான் பூசப்பட்ட துகள்களில் உள்ள யுரேனியம் தோரியம் எரிபொருள் உருகுதல் காரணமாகத் தேக்கி வைக்கப்பட்டுள்ள பிளவுப் பொருள்களைத் (stored up fission products) திடீரென்று விடுவிப்பதற்கு இயலுவதில்லை. முன்ன முத்தங் கொண்ட கான்கிரீட் உலைக் கொள்கலம் (மு. கா.உ.கொ.), முதன்மைக் குளிர்விப்பு அமைப்பு முழு வதையும் (Primary coolant system) கொண்டுள்ளதால் முறிவுக்கு (Rupture) உள்ளாக்கப்படும் வெளிப்புறக் குழாய் அமைப்பு (External piping) நீக்கப்பட்டுவிடு கிறது. மு.கா.உ.கொ. வின் கட்டமைப்பு வலிமையும் (Structural strength) அதன் முழுமையும், எஃகுக் கம்பி களையும் முன்னமுத்தப்பட்ட கம்பி வல்லிழை (Prestressed wire tendons) களையும் தேவைக்கு அதிகமாக வலிமையூட்டுவதால் (Redundant reinforcing) மேன் மையடைகின்றன. நம்பத்தக்க உச்ச அழுத்தத்தில் (Maximum credible pressure) முன்னமுத்தப்படும் கூறு கள் (Prestressing elements) ஆரம்ப இழுப்பு விசையின்

(Initial tensioning) போது உட்படுத்தப்பட்ட நிலைகளுக்கு மேலாக அழுத்தப்படுவதில்லை. அதனால் முன்னழுத்த அமைப்பின் குறைபாட்டினால் திடீர் குளிர்விப்பான் இழப்பு நிகழவொட்டாமல் தடுக்கப்படுகிறது. இந்த இயல்பான சிறப்புக்களுடனும் இயந்திரப் பாதுகாப்புகளுடனும் வடிவமைப்பில் கீழ்க்கண்ட இயந்திர வகைப் பாதுகாப்புகள் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

1) மு.கா.உ.கொ.வின் ஊடுருவும் பாய்வினை கட்டுப் படுத்தும் கருவிகள் (PCRV-penetration flow restrictor devices).

2) கையிருப்பு உலைமூடும் அமைப்பு (Reactor reserve shutdown system). இவ்வமைப்பு மாறுபட்ட தன்மையுடையதாயும் உலையை மூடுவதற்கு ஏற்ற வகையிலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

3) மு.கா.உ.கொ.வின் காப்பு வால்வுகள். முதன்மைச் சுற்றுக்குள் வாத ஆதார அடிப்படையில் மிகுந்த நீராவிக் கசிவும் நீர்க்கசிவும் ஏற்படும்போது மு.கா.உ.கொ. வினை அழுத்தத்திலிருந்து தடுக்க இந்த வால்வுகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

4) **நீராவி நீர் கீழே கொட்டும் அமைப்பு** (Steam water dump system)

நீராவி ஆக்கக் குழாய் முறிவினால் (Steam generator tube rupture) தோற்றுவிக்கப்படும் முதன்மைக் குளிர்விப்பானுக்குள் (Primary coolant) கசியும் நீரின் அளவைக் குறைப்பதற்காக இவ்வமைப்பு வைக்கப்பட்டுள்ளது.

5) **உலை உள் அமைப்பின் துணைக் குளிர்விப்பு அமைப்பு** (Core Auxiliary cooling system)

வெப்பம் நீக்கும் பிரதான வளையங்கள் (Main loops) செயல்படா நிலையைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது இவ்வமைப்பு தேவைக்கு மேற்பட்ட மாறுபட்ட தன்மையுடையதாய் உலை உட்புறக் குளிர்விப்பிற்காக அமைக்கப்பட்டுள்ளது என்னலாம்.

கதிரியக்கக் கழிவு மேலாளுமை (Radio-active waste management)

சாதாரண இயங்குநிலையில் உ.வெ.வா.உ. சுற்றுப்புறத்திற்கு மிகக் குறைந்த அளவில் கதிரியக்கக் கழிவினையே வெளியேற்றுகின்றது. இதற்கான இரண்டு முதன்மையான காரணங்களாவன: (1) குறிப்பாக ஹீலியம் குளிர்விப்பான் தூண்டப்பட்ட கதிரியக்கத்திலிருந்து (Induced radio-activity) விடுபட்டிருப்பது. (2) எரிபொருளிலிருந்து சுற்றுப்புறத்திற்குக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் கதிரியக்கப் பிளவுப் பொருள்களின் (Radio-active fission products) வெளிப்பாட்டினைத் தடுப்பதற்காகப் பல தடைகளும் தேங்கும் இடங்களும் (Barriers and sinks) ஆயத்த நிலையில் செயல்படுவது. ஒவ்வோர் எரிபொருள் துகளின் மீதுள்ள பூச்சும் முதன்மையான தடையைத் தோற்றுவிக்கின்றது. துகளின் பூச்சு குறையும்போது துகளின் கரு மூலப்பகுதியானது (Particle kernels) எல்லாப் பிளவுப் பொருள்களுக்கும் செயல்படுகின்ற பரவல் தடையைத் (effective diffusion barrier) தோற்றுவிக்கின்றது. எரிபொருட்கோல் பொருளும் (Fuel rod matrix), எரிபொருட்கூறு கிராஃபைட்டும் (Fuel element graphite) வாயு நுழைவிற்குத் துளையுடன் கூடியதாக உள்ளன. எனவே எரிபொருள் துகளிலிருந்து தப்பி வெளியேறும் குறை வாழ்நாளுடைய வேதியியல் மாறுபாட்டில் மாற்றமடையாத வாயு நியூக்ளைடுகள் (Short-lived noble gas nuclides) குறிப்பிடத்தக்க வகையில் தாமதப்படுத்தப்படுகின்றன. மறுபுறத்தில் உலோகங்களுக்குச் செயல்படக்கூடிய பரவல் தடையை உண்டாக்குவதால் கிராஃபைட் பொருள்கள், பிளவுப் பொருள் உலோகங்களைத் (Fission product metals) தேக்கி வைக்கும் இடமாகவும் செயல்படுகின்றன. இதற்கு அடுத்த தடையாக இருப்பது மு.கா.உ.கொவின் எஃகு வரியாகும் (Steel liner). இது முதன்மைக் குளிர்விப்பான் வரம்பாக (Primary coolant boundary) அமைகின்றது.

முதன்மைக் குளிர்விப்பானில் சுழலவைக்கும் இயக்கம் (Circulating activity) ஹீலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்பினால் (Helium purification system) கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. எரிபொருளிலிருந்து தப்பிச் செல்லும் வேதியியல் மாறுபாட்டில் மாற்றமடையாத வாயு நியூக்ளைடுகளை (Noble gas nuclides) ஹீலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்பு நீக்கிவிடுகின்றது. இவ்வமைப்பு பெருந்துகள்களையும் (Particulates) மாசுபடுத்தும் வேதியியற் பொருள்களையும் (Chemical contaminants) நீக்குகின்றது. முதன்மைக் குளிர்விப்பானில் ^3He விலிருந்து முதன்மையாகத் தோற்றுவிக்கப்படும் டிரிடியம், டைடேனியம் உறிஞ்சியினால் (Sponge) உட்கவர்தல் மூலமாகத் திடவடிவில் நீக்கப்படுகின்றது. பலமாதங்கள் கதிரியக்கக் கழிவிற்குப் பின்னர் அமைப்பிலுள்ள மாசுபடுத்தும் பொருள்கள் (Contaminants) குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் மீட்பதற்காக மீட்கும் அமைப்பிற்கு (Recovery system) அனுப்பப்படுகின்றன. இங்கு நீண்ட அரை வாழ்நாள் (Half life) கொண்ட வேதியியல் மாற்றத்தில் செயல்படாத வாயுக்கள் கதிரியக்கமற்ற வாயுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன. வேதியியல் மாற்றத்தில் செயல்படாத வாயுக்கள் குறிப்பாகத் தனித்தன்மை வாய்ந்த ^{85}Kr (கிரிப்டான்) ஐ ஹீலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்பிற்கு மறுசுழற்சி மூலம் மீளவும் கொண்டு வர இயலும் அல்லது அது வாயு மண்டலத்தில் வெளியேற்றப்படும். இவ்விரு நிகழ்ச்சிகளிலும் நிலையத்தின் வாயு வெளியேற்றம் (Gaseous effluent) ஆண்டிற்குச் சில நூறு கியூரிகளே யாகும்.

பராமரிப்பிற்கு முன்னதாக முதன்மை அமைப்பு உறுப்புகள் (Primary system components) மாசுறுதலினால் திரவக் கழிவுகள் (Liquid wastes) தோன்றுகின்றன. அவற்றின் அளவும் இயக்கமும் குறைந்த

அளவேயான, ஆண்டிற்கு 2500 கேலன்களும் 20 கியூரி களும் ஆகும். திரவக் கழிவுகளைப் பெட்டியில் அடைத்தும், தேவைப்பட்டால் இருப்பிடத்திற்கு மிகத் தொலை தூரத்தில் புதைத்தும் திருப்திகரமாகக் கை யாளலாம். 1160 மெ.வா. (மின்சார) உ.வெ.வா.உ. வானது ஆண்டிற்கு 610 கன அடியளவான திடக் கழிவு களை 20000 கியூரிகளுக்கும் குறைவாகத் தோற்றுவிக் கின்றது. இவை பெட்டிகளில் அடைத்து இருப்பிடத் திற்கு மிகத் தொலைவில் புதைத்து வைக்கப்படு கின்றன.

கருவிகள் (Instrumentation)

அணுக்கரு நீராவி வழங்கு அமைப்பு ஐந்து பெரிய கருவி அமைப்புகளையும் காப்பு அமைப்புகளையும் (Protection) கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளையும் (Control systems) கொண்டது.

1) **ஒட்டுமொத்தமான நிலையக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு:**

இது தேவையான அளவுகளில் உலைச்சக்தியையும் (Reactor power), முதன்மைச் சுழலியின் (Main turbine) நுழைவு நீராவி நிலையினையும் (Inlet steam conditions) நிலை நிறுத்துகின்றது.

2) அணுக்கருக் கருவி அமைப்பும் உலை உட்பகுதியின் நிலையினைத் தெரிவிக்கும் அமைப்பும் (Nuclear instrumentation and in-core monitoring system).

இவ்வமைப்பு நிலையக் கட்டுப்பாட்டினையும் (Plant control), ஆரம்ப நிலை பற்றிய தகவலினையும் (Start-up information), உலைக்கட்டுப்பாட்டுத் தகவலையும், உலை நன்கு இயங்குவதற்கான உலை உட்புறத் தகவலையும் தெரிவிக்கிறது.

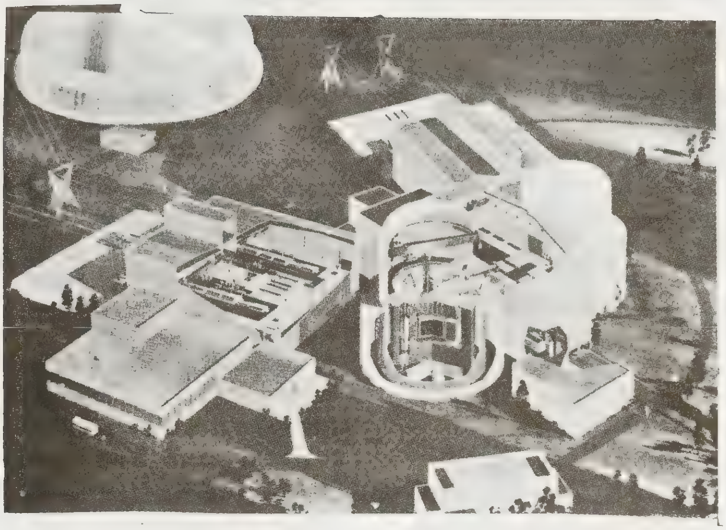
3) **உலைக் காப்பு அமைப்பு** (Plant protection system)

இதில் அடங்குவன உலையினைக் காப்பதற்கான மின் சுற்றுகளும், கருவிகளும், இயந்திர அமைப்புகள் வடிவிலான பாதுகாப்புக்கான கட்டுப்பாடும், பாதுகாப்புச் சார்பான கருவிகளும் ஆகும்.

4) **பகுப்புக் கருவி அமைப்பு** (Analytical instrumentation system)

இவ்வமைப்பு முதன்மைக் குளிர்விப்பான் அமைப்பி லுள்ள மாசுபடுத்தும் வேதியியற் பொருள்களையும், ஹீலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்பினையும், கதிரியக்க வாயுக்கழிவுகளின் அமைப்பினையும் (Radio-active gas wastes system) அளவிடுகின்றது. இது மேலும் கதிரி யக்கம் தெரிவிக்கும் அமைப்புகளில் (Radiation moni-

படம் 23. புனித வரெய்ன் கோட்டை அணு மின் நிலையத்தின் கட்டுப்பாட்டு அறை.



படம் 24. அறிவியலாரின் கருத்து வடிவான 770 மெ.வா. மின்சார அணுமின் நிலையம்.

tors) பெறப்படும் கதிரியக்கத்தின் அளவினையும் தெரிவிக்கின்றது.

5) கதிரியக்கம் தெரிவிக்கும் அமைப்பு (Radiation monitoring system)

இவ்வமைப்பு அணுக்கரு நீராவி வழங்கு அமைப்பின் செயல்பாட்டையும் கதிரியக்க அளவுகளையும் (Activity and radiation levels) தெரிவிக்கின்றது.

படம் 23 இல் புனிதவரெயின் கோட்டை நிலையத்தின் உ.வெ.வா.உ. அமைப்பின் கட்டுப்பாட்டு அறையின் ஒரு பகுதி காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

அறிவியலாரின் கருத்து வடிவிலான 770 மெ.வா, மின் அணு சக்தி ஆக்க நிலையம் படம் 24 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

வேக உற்பத்தி உலை (Fast breeder reactor)

இது உற்பத்தி செய்யும் திறமையைப் பொறுத்து வேக உற்பத்தி உலை என்று பெயர் பெறுகிறது. அதாவது இது கொள்ளும் அளவிற்கும் மேலாகப் பிளவுபடும் பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கின்றது. இத்திறமை தோன்றுவதற்குக் காரணம் யாதெனில் வெப்ப உலையில் செல்வதைக் காட்டிலும் இவ்வுலையில் நியூட்ரான்கள் வேகமாகச் செல்கின்றன. உற்பத்தி செய்யும் முறை (Breeding process) நியூட்ரான்கள் உயர்வேகம் அல்லது உயர்சக்தி அளவில் நிலை நிறுத்தப்படுவதை ஓரளவிற்குச் சார்ந்துள்ளது. அவற்றின் வேகம் அல்லது சக்தி வெப்ப உலைகளில் நேரிடுவது போல் குறைய அனுமதிக்கும்போது, யுரேனியம் அல்லது புளூடோனியத்தில் உட்கவர்தலினால் தோற்றுவிக்கப்படும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைவடைகிறது. மேலும் குறை வேகங்களில் (Lower velocities) உலையின் வேறுபட்ட கூட்டமைப்புப் பொருள்களில் நியூட்ரான்கள் பிடிபட நேரிடுகின்றது. இது மேலும் உற்பத்தி செய்யும் திறனைக் (Breeding potential) குறைக்கின்றது. வேக உலைகளில் நியூட்ரானின் வேகத்தை உயர் அளவில் வைத்திருப்பது முக்கியமானதாகும். சில வெப்ப உலைகளில் சிறப்பான உற்பத்தி, குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்தும் நீரினால் நியூட்ரான்கள் தாமதப்படுத்தப்படுவதால் தடுக்கப்படுகின்றது. எனவே குளிர்விப்பான் வழியாகச் செல்லும்போது நியூட்ரான்களைத் தாமதப்படுத்தாத அல்லது நியூட்ரான்களைப் பிடிக்காத குளிர்விப்பானைப் பயன்படுத்துவது மிகவும் தேவையாகின்றது. திரவ சோடியம், அழுத்தத்திலுள்ள வாயுவான ஹீலியம் ஆகிய இவ்விரண்டு முதன்மைக் குளிர்விப்பான்களும் ஆய்விலும் வளர்ச்சி நிலையிலும் உள்ளன.

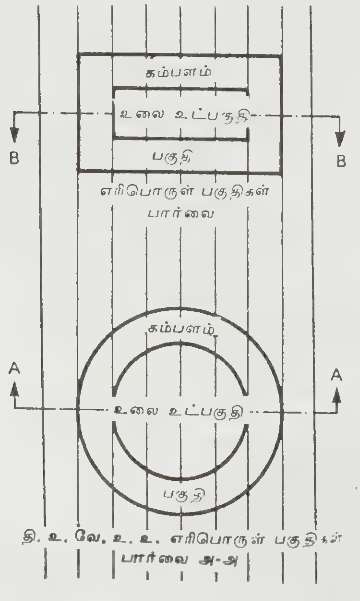
எரிபொருட் சுழற்சியின் முக்கியத்துவம் (Fuel cycle considerations)

இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தில் தோராயமாக 99.3% அளவில் 238 U ஓரகத்தனிமமும் 0.7% 235 U வும் உள்ளன. யுரேனியம் -235 ஒரு பிளவுறும் ஓரகத்தனிமம் ஆகும். அதாவது அது நியூட்ரானால் தாக்கப்படும் போது பிளவுறும் அல்லது அப்பிளவில் சராசரியாக இரண்டு நியுட்ரான்களும் மேலும் 200 மி.எ.வோ. சக்தியும் கிடைக்கும். இந்த அளவுள்ள சக்தி பிளவுபடும் ஒவ்வொரு கிராம் யுரேனியத்திலிருந்தும் வெளிப்படும் 78 மில்லியன் பி.வெ.அலகிற்கு ஒப்பானதாகும் (3.5×10^{10} பி.வெ.அ/ பவுண்டு). இன்றுள்ள பெரும்பான்மையான உலைகள் அவற்றின் சக்திக்காக 235 U வினைப் பெரும்பாலும் சார்ந்துள்ளன. எப்படி இருப்பினும் 235 U வின் பிளவில் வெளிப்பட்ட நியூட்ரான்கள் பிளவடையாத 238 U வினால் கவரப்படும். 238 U, நியூட்ரான்கள் உட்கவரப்படும் போது பிளவுபடும் 239 Pu (புளூடோனியம்) ஆக மாற்றப்படும். இவ்வாறாக உலை தன் பிளவுத் தொழிலைத் தொடர்ந்து செய்து அதனால் சக்தியைத் தோற்றுவிக்கும் போதே மேலும் புதிய எரிபொருளை தோற்றுவித்து அதனைப் பின்னர் பயன்படுத்தி அதன் வழியாக மேற்கொண்டு அதிக அளவில் சக்தியைப் பெற வழி செய்கின்றது.

துரதிட்டவசமாகத் தற்கால வெப்ப உலைகளில் இது பயனற்ற முறையாக உள்ளது. ஏனெனில் இவ்வுலைகளில் நியூட்ரான் வேகம் வெப்பத்தினால் அல்லது வெப்பச் சக்தியால் (Thermal energy) நிலை நிறுத்தப் படுகின்றது. ஆகையால் 238 U, 239 Pu ஆக மாற்றப் படும் போது வரம்புக்குட்பட்ட அளவில் கூடுதல் சக்தி கிடைக்கின்றது.

வேக உற்பத்தி உலையானது யுரேனியத்தில் கிடைக்கக்கூடிய எல்லாச் சக்தியையும் மீட்டுக் கொடுக்கும் தன்மை வாய்ந்ததாக உள்ளது. இவ்வாறு நேரிடுவதற்குக் காரணம் யாதெனில் வேக உற்பத்தி உலையில் பிளவுபடும்போது ஒவ்வொரு நியூட்ரான் உட்கவர்ச்சிக்கும் 3 நியூட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன. இதனை வெப்ப உலையுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது வெப்ப உலையில் இரண்டு நியூட்ரான்கள் மட்டுமே வெளிப்படுகின்றன. சராசரியாக ஒன்று அல்லது இரண்டு நியூட்ரான்கள் பிளவுமுறையைத் (Fission process) தொடர்ந்து நடைபெறத் தேவைப்படும். வேக உலையில் தோன்றும் அக்கூடுதலான நியூட்ரான் பிளவுபடாத 238 U வினால் உட்கவரப்பட்டு பிளவுறும் 239 Pu வாக மாற்றமடையும். ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட உற்பத்தி வீதத்தைக் கொண்ட உலைகள் சுய தேவையைக் காட்டிலும் மேலாக எரிபொருளைத் தோற்றுவிக்கின்றன, மேலும் தேவைக்கு அதிகப்பட்ட புளூடோனியத்தை புதிய உற்பத்தி உலைகளுக்கு எரிபொருளாகப் பயன் படுத்தலாம். இவ்வகையில் யுரேனியத்திலிருந்து 80% அல்லது அதற்கும் மேலாகக் கிடைக்கும் சக்தியினைப் பெற்று உலைகளில் பயன்படுத்தலாம்.

மாதிரி வேக உலையில் எரிபொருளில் 238 U தான் பெரும்பான்மையானது (90 லிருந்து 93% வரை) ஆகும். எரிபொருளில் எஞ்சியிருப்பது பிளவுபடும்



படம் 25. திரவ உலோக வேக உற்பத்தி உலையின் உட்பகுதியும், சூழ்ந்த பகுதியும்

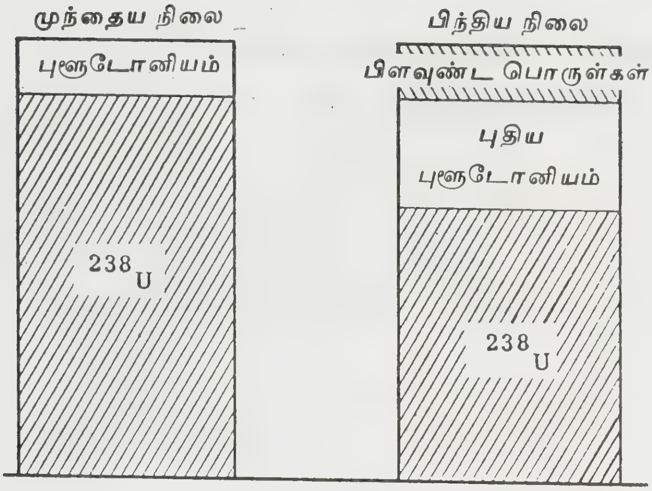
முறையைத் தொடர வைக்கும் பிளவுறும் ஓரகத் தனிமம் (Fissile isotope) ஆகும். இந்தப் பிளவுறும் ஓரகத் தனிமங்கள் பெரும்பாலும் 239 Pu வும் 241 Pu வும் ஆகும். இதில் சிறிய அளவில் 235 U சேர்ந்திருக்கும். சாதாரணமாக மத்திய உள் உலைப் ("Core") பகுதியில் பிளவுறும் ஓரகத் தனிமங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனைச் சூழ்ந்த "கம்பளம் போன்ற" (Blanket) பகுதியில் வளமான ஓரகத்தனிமங்கள் உள்ளன. இது படம் 25 இல் எடுத்துக்காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆரம்பத்தில் உலையில் எரிபொருள் சுமையேற்றப் பட்டவுடன் உலை உட்பகுதியானது 10 முதல் 15 % வரை பிளவுறும் ஓரகத்தனிமங்கள் கொண்டதாக இருக்கும். மீதி 238 U ஆகும். இக்கம்பளப் பகுதி குறிப்பாக 238 U வினையுடையது. பிளவுறும் ஓரகத் தனிமங்களிலிருந்து சக்தி எடுக்கப்பட்ட பின்னர் அவை வெறுமையாக்கப்பட்டு விடுகின்றன. (ஆரம்ப நிலையிலிருந்து புளூடோனியம் படிப்படியாகப் பயன் படுத்தப் பட்டுவிடுகின்றது.) எவ்வாறிருப்பினும் உற்பத்தி உலையில் உட்பகுதியிலும் கம்பளப் பகுதிகளிலும் கொள்ளும் அளவிற்கும் வேகமாகப் புதிய புளூடோனியம் தோன்றுகிறது. இதனுடன்கூட விரும்பத்தகாத பிளவுண்ட பொருள்கள் தோன்றுகின்றன. இவை பின்னர் நீக்கப் பட வேண்டும். இம்முறை திட்டவடிவில் படம் 26 இல் காண்பிக்கப் பட்டுள்ளது. "முந்திய" நிலையைக் காட்டும் படத்தில் (Before chart) புதிய எரிபொருள் நிலையும், "பிந்திய" நிலையைக் காட்டும் படத்தில் (After chart) மீள் உருவாக்கத்திற்காக (Reprocessing) எரிபொருளை நீக்கும் நிலையும் குறிக்கப் பட்டுள்ளன. மீள் உருவாக்கத்திற்காக நீக்கப்படும் எரிபொருளில் 1 முதல் 3 % வரையில் புதிய புளூடோனியம் உள்ளது. இவ்வாறாக வேக உலையில் யுரேனிய மூலப் பொருளிலிருந்து 80 முதல் 90 % வரையில் கிடைக்கும் சக்தியை மீட்கலாம். தற்காலத்திலான பெரும்பான்மையான உலைகளுக்கு எரிபொருளாக ஓரளவிற்குச் செறிவூட்டப்பட்ட 235 U ஓரகத் தனிமம் தேவைப்படுகிறது. செறிவூட்ட முறைக்கு ஒரு தனி நிலையம் தேவைப்படுகின்றது. இந்நிலையம் மிக அதிக அளவில் மின் சக்தியைப் பயன்படுத்துகின்றது. வேக உலையானது வளமான 238 U ஓரகத் தனிமத்தைப் பிளவுறும் 239 Pu ஓரகத் தனிமமாக மாற்றுவதால் செறிவூட்டும் நிலையம் தேவையாகத் தோன்றவில்லை. வேக உலையானது சுயச் செறிவூட்டு நிலையமாகவே அமைந்துள்ளது. எரிபொருட் சுழற்சி முறையில் (Fuel cycle process) உபயோகங்களுக்குத் தேவையான மின்சாரம் இவ்வாறாகக் குறைக்கப்படுகின்றது.

திரவ உலோகக் குளிர்விப்பு வேக உற்பத்தி உலை

(Liquid Metal cooled fast breeder reactor)

அணுக்கருத் தொழில் துறையானது, 20 ஆண்டுகட்கும் மேலாக திரவ உலோக, வேக உற்பத்தி உலை (தி.உ.வே.உ.உ.) யினைப் படிப்படியாக முன்னேற்றும் வகையில் வேலை செய்து கொண்டு வந்துள்ளது.



படம் 26. உற்பத்தி உலையின் அடிப்படை இயக்கம்-இவ்வெடுத்துக் காட்டு, உலை உட்பகுதியையும் கம்பளம் போன்று சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் எரிபொருளின் வடிவியல் சார்ந்த அமைவினையும் காண்பிக்கவில்லை.

கிளெமென்டைன் உலை (Clementine reactor)

ஆரம்ப இயக்கத்தில் புளூடோனிய உலோகத்தினை எரிபொருளாகக் கொண்டும்,பாதரசத்தினைக் குளிர்விப்பானாகக் கொண்டும் உலைச் சக்தி (Reactor power) 0.025 மெ.வா.ஆக 1949 ஆம் ஆண்டு தொடங்கப் பட்டது. இவ்வேலை அமெரிக்காவில் நடைபெற்றது. அமெரிக்காவில் கண்ட முன்னேற்றங்கள் வருமாறு: ஈ.பி.ஆர்.1 யுரேனியம் ஆக்சைடு எரிபொருள் சோடியம் பொட்டாசியம் குளிர்விப்பான். 1945 இன் ஆரம்பத்தில் 1.2 மெ.வா.சக்தியுடன் இயக்கப்பட்டது.

நீர்-மூழ்கி முன்மாதிரி (Submarine prototype SIG)

இதில் யுரேனியம் ஆக்சைடு எரிபொருளாகவும், சோடியம் குளிர்விப்பானாகவும் பயன் படுத்தப்பட்டது. (சக்தி அளவு வெளியிடப்படவில்லை). 1955 ஆம் ஆண்டு ஆரம்பத்தில் இயக்கப்பட்டது.

கடல் ஓநாய் (Sea wolf S_2G)

யுரேனியம் ஆக்சைடு எரிபொருளாகவும் சோடியம் குளிர்விப்பானாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டது (சக்தி அளவு வெளியிடப்படவில்லை). 1956 ஆரம்பத்தில் இயக்கப்பட்டது. ஈ.பி.ஆர். 2 யுரேனியம் உலோக எரிபொருளாகவும் சோடியம் குளிர்விப்பானாகவும் 62.5 மெ.வா. சக்தியுடன் 1965 ஆம் ஆண்டு ஆரம்பத்தில் இயக்கப்பட்டது.

உலை என்ரிகோ ஃபெர்மி (Reactor Enrico Fermi)

இதில் யுரேனியம் உலோக எரிபொருளாகவும் சோடியம் குளிர்விப்பானாகவும் உற்பத்தி சக்தி 430 மெ.வா. ஆகக் கொண்டு 1966 ஆரம்பத்தில் இயக்கப் பட்டது. மேலும் உலை சீபார் (Reactor SEFOR) யுரேனியம் புளூடோனியம் ஆக்சைடு எரிபொருளாகவும் சோடியம் குளிர்விப்பானாகவும் 20 மெ.வா. உற்பத்தி சக்தியுடன் 1969 இல் இயக்கப்பட்டது. சோவியத் யூனியனில் ஆரம்பத்தில் மூன்று உலைகள் உருவாக்கப் பட்டன, 1955-1959 இல் புளூடோனிய உலோக எரிபொருளைக் கொண்டும், பாதரசம் அல்லது சோடியம் குளிர்விப்பானைக் கொண்டும் இவை உருவாக்கப் பட்டன. இதற்குப் பிறகு எஞ்சிய வேலைகள் தொடங்கப்பட்டன. 13 ஆம் அட்டவணையைக் காண்க. 1963 இல் டுன்ரே (Dounreay) உலை இங்கிலாந்தில் உருவாக்கப்பட்டது. இது யுரேனியத்தை உலோக எரிபொருளாகவும் சோடியம்-பொட்டாசியத்தைக் குளிர்விப்பானாகவும், 72 மெ.வா. சக்தி அளவாகவும் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டது. 1967 இல் ஃபிரான்சில் ரேப்சோடீ (RAPSODIE) உலை உருவாக்கப்பட்டது. இது யுரேனியம் புளூடோனியம் ஆக்சைடு எரிபொருளாகவும், சோடியம் குளிர்விப்பானாகவும், 20 மெ.வா. சக்தி அளவு கொண்டதாக உருவாக்கப்பட்டது.

அட்டவணை 13 இல் குறிப்பிடப்பட்ட காலங்கள் ஆரம்பகாலத்தில் வெளியிடப்பட்ட தகவலை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. அமெரிக்க நாட்டைக் காட்டிலும் ஐரோப்பிய நாடுகளும் சோவியத் யூனியனும் செயல் விளக்கமளிக்கும் நிலையங்களை (Demonstration plants) முன்னரே முடித்துவிடத் திட்டமிட்டுள்ளன. மேலும் அமெரிக்க நாட்டில் பெரிய கதிரியக்கச் சோதனை வசதி மையத்தினைக் (Large irradiation test facility) (வேகக் கதிர்வீச்சுப் பாய்வு சோதனை மையம்) (Fast flux test facility) கட்டத் திட்டம் மேற்கொள்ளப்பட்டது. ஆனால் ஃபிரான்சு, இங்கிலாந்து, ரஷிய நாட்டவர்கள் அவ்வாறு செய்யவில்லை. இவ்வாறு வேறுபட்ட அணுகு முறைகளாலும் இதனுடன் அமெரிக்காவின் பரந்த அடிப்படை வளர்ச்சித் திட்டத்தினாலும் நிறையச் செய்திகள் வழங்குவதற்கான இருப்பிடமாக அமெரிக்கா அமைந்தது. ஆனால் இவை உற்பத்தி செய்யும் உலைகளை முதலில் செயல்படுத்தியதைக் கொண்டுதான் அமைந்துள்ளன. கட்டுமான திட்டங்களில் ஒரு நாடு மற்றொரு நாட்டுடன் போட்டி கொண்டமையால் ஐரோப்பிய நாட்டவரும் ரஷிய நாட்டவரும் கூடுதலான பொருளாதாரச் செலவை அப்படியே ஏற்றுக்கொண்டதோடு விரைவான செயல் ஆக்கத்திலும் இறங்கி அதனால் தொழில் துறையில் முன்னேற வழி உண்டாக்கிப் பயன் பெறுவதில் ஈடுபடலாயினர்.

உற்பத்தி செய்யும் உலை முன்னேற்றத்தில் போட்டியுடன் கூடிய அணுகு முறையில் ஃபிரான்சு நாட்டவர் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் வெற்றி கொண்டு 1967 இல் ரேப்சோடீ (RAPSODIE) உலையைத் தொடங்கினர். மேலும் மிகச் சமீப காலத்தில் அவர்களது நடத்திக் காட்டும் நிலையமான பீனிக்ஸ் (Phoenix) செயல்படத் தொடங்கியது. பீனிக்ஸ் உலைக்கான அடிப்படை

அட்டவணை-13

உலகம் முழுவதிலுமுள்ள சோடியம் குளிர்விப்பு வேக உற்பத்தி செய்யும் உலைகள்

(இயங்கும், கட்டுமானத்திலுள்ளவை அல்லது திட்டமிடப்பட்டவை)

பெயர், நாடு, நோக்கம்	சக்தி, வெப்பம்	(மெகாவாட்டுகள்) மின்சாரம்	ஆரம்ப இயக்கம்	நிலை (அக்டோபர் 1974)
B.N. 350 ரஷியா செயல் முறை விளக்கத்திற்கானது. மின்சாரம்-கடல் நீரிலிருந்து தூயநீரைப் பெறுவதற்கானது	1000	150	1973	இயங்குகிறது
PFR இங்கிலாந்து செய்து காட்டுவதற்கானது மின்சாரம்	600	254	1974	குறைந்த சக்தி இயக்கம்
ஃபீனிக்ஸ் ஃபிரான்ஸ் செய்து காட்டுவதற்கானது மின்சாரம்	563	233	1973	இயங்குகிறது
B.N.600 ரஷியா ஆரம்ப வளர்ச்சி, மின்சாரம்	1500	600	?	கட்டுமான நிலை
FFTF ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள் கதிர்வீச்சுச் சோதனைக்காக	400	—	1979	கட்டுமான நிலை
ஜோயோ ஜப்பான் கதிர்வீச்சுச் சோதனைக்காக	100	—	1976	இயக்குவதற்கான சோதனைகள்
PEC இத்தாலி கதிர்வீச்சுச் சோதனைக்காக	140	—	1977	கட்டுமான நிலை
SNR மேற்கு ஜெர்மனி செய்து காட்டுவதற்கானது மின்சாரம்	736	282	1981	கட்டுமான நிலை

தொடர்ச்சி

பெயர், நாடு, நோக்கம்	சக்தி, வெப்பம்	(மெகாவாட்டுகள்) மின்சாரம்	ஆரம்ப இயக்கம்	நிலை (அக்டோபர் 1974)
கிளிஞ்ச் ஆற்றுத்திட்டம் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள் செய்து காட்டுவதற்கானது மின்சாரம்	975	350	1983	விரிவான வடிவமைப்பு
மான்ஜூ ஜப்பான் செய்து காட்டுவதற்கானது மின்சாரம்	750	300	1981	விரிவான வடிவமைப்பு
ஃபீனிக்ஸ் 4 ஃபிரான்ஸ் சக்தி	ல 1080	450	?	விரிவான வடிவமைப்பு
மிகை ஃபீனிக்ஸ் ஃபிரான்ஸ் முன்னோடி வியாபார நோக்குடையது	ல 2900	1200	1982	விரிவான வடிவமைப்பு
CFR-1 இங்கிலாந்து முன்னோடி, வியாபார நோக்குடையது	ல 3000	1300	?	அடிப்படை வடிவமைப்பு
SNR-2 மேற்கு ஜெர்மனி முன்னோடி, வியாபார நோக்குடையது	ல 4800	2000		கருத்து வடிவான வடிவமைப்பு

வடிவமைப்பினை ஃபிரான்சு நாட்டினர் 1966 இல் தொடங்கினர். 1968 அக்டோபர் ஆரம்பத்தில் இடத்தைத் தயார் செய்வது முதற்கொண்டு கட்டுமானம் முடிந்து மார்ச்சு 1974 இல் முழுச் சக்தி இயக்கம் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இது நீர் உலைச் சக்தி நிலையத்தைக் (Water reactor power plant) கட்டுவதற்குத் தேவையான காலத்தை விடக்குறைந்த கால அளவே ஆகும்.

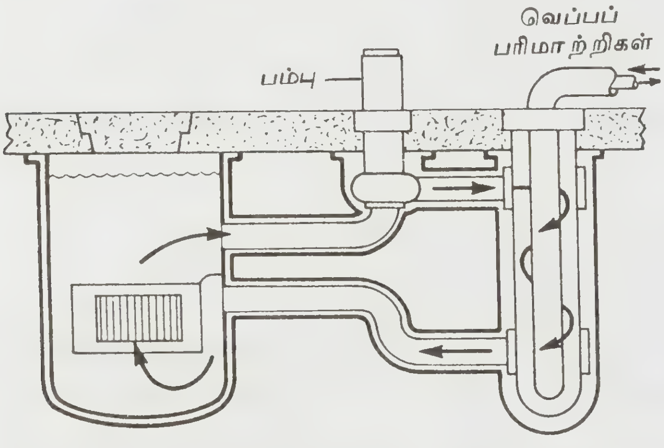
அட்டவணை 13இல் குறிப்பிடப்பட்ட நிலையங்களில் எரிபொருளிலும், குளிர்விப்பான் பயன்பாட்டிலும் கருத்தொற்றுமை இருப்பினும் பலவிதப்பட்ட தி.உ.வே.உ. உலைகளின் (LMFBRS) வடிவமைப்பில் வேறுபாடுகள் உள்ளன. முக்கியமான வேறுபாடுகள் கீழ்க்கண்ட அம்சங்களில் காணப்படுகின்றன:

1) முதன்மைக் குளிர்விப்பான் அமைப்புத் திட்டங்கள்

2) மறு எரிபொருள் செலுத்தும் இயக்கத்தின் வடிவமைப்பும் அதன் அமைப்பும் (Refuelling mechanism, design and arrangement)

3) நீராவி ஆக்க வகையும் அதன் அமைப்பும் (Steam generator type and arrangement)

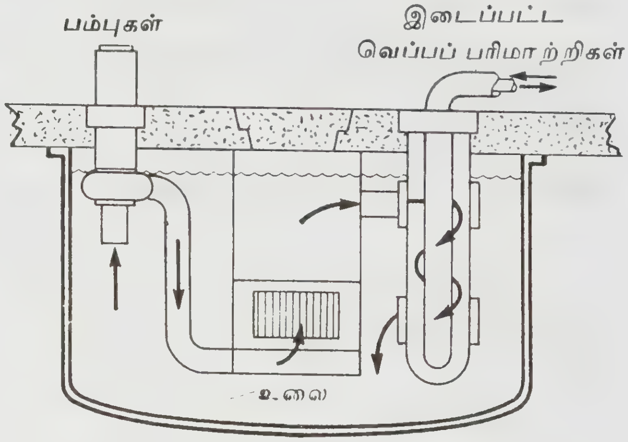
4) உலையைத் தாங்கும் முறை (Core support method)



படம் 27. திரவ உலோக வேக உற்பத்தி உலையின் வளைவமைப்பு

5) கட்டமைப்புப் பொருள் தேர்ந்தெடுப்பு (Structural material choices)

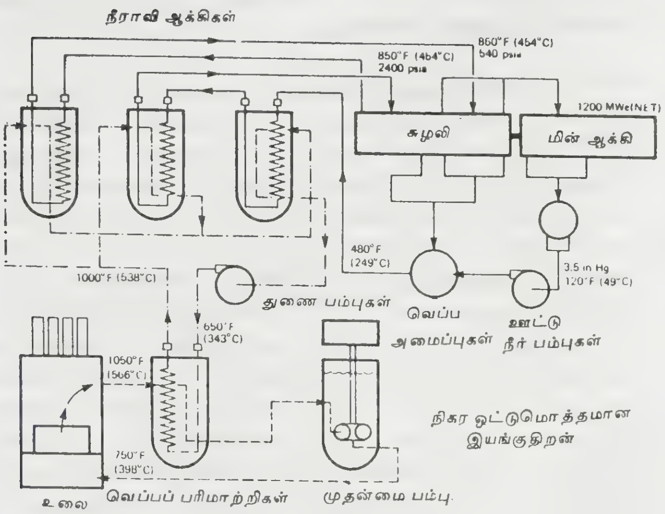
6) காப்புச் சிறப்புகள் (Safety features). இதில் மிகவும் கவனிக்கத்தக்க வேறுபாட்டினை முதன்மை அமைப்புத் திட்டத்தில் காணலாம். இவ்வேறுபாடு படம் 27 இலும் 28 இலும் திட்ட வகையில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. படம் 27 இல் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பு ''வளைய அல்லது குழாய் வடிவான'' அமைப்பிற்கு (Loop or piped arrangement) ஒப்பானதாகும். இங்கு உலைப் பம்புகள், இடைப்பட்ட வெப்பப் பரிமாற்றிகள் ஆகியவை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரித்து அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் குழாய்கள் வழியாக ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குச் சோடியம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. படம் 28ல் காட்டிய குளம் அல்லது தொட்டி அமைப்பில் (''Pool'' or ''tank''



படம் 28. திரவ உலோக வேக உற்பத்தி உலையின் தொட்டி அமைப்பு

arrangement) உலை, இடைப்பட்ட வெப்பப் பரிமாற்றிகள், பம்புகள் யாவும் உள்ளன. ஒரு தனித்தொட்டி அல்லது குளத்தில் சோடியம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. குளம் அமைப்பு விபத்து நிலைகளிலிருந்து காப்பதற்கு எளிதாக வடிவமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. வளைய அமைப்பு கட்டுவதற்கும் பராமரிப்பிற்கும் எளிதாக உள்ளது. வளைய அமைப்பில் அமெரிக்கா பெரிதும் கவனம் செலுத்தியது. ஆசியாவிலும் ஐரோப்பாவிலும் கவனம் வேறுபட்டிருந்தது. பிரெஞ்சு நாட்டவரும் பிரிட்டிஷாரும் குள அமைப்பினைத் தேர்ந்தெடுத்தனர். ஜெர்மானியரும் ஜப்பான் நாட்டவரும் வளைய அமைப்பினைத் தேர்ந்தெடுத்தனர். ரஷிய நாட்டவர்கள் இதில் ஒன்றும் அதில் ஒன்றுமாக மேற்கொண்டனர்.

இரண்டு சோடியம் சுற்றுக்களைக் கொண்ட தி.உ.வே.உ.யின் பாய்வுச் சுற்றினைப் படம் 29 இல் திட்டவடிவில் காட்டுகிறது. உலையானது சோடியத்தினால் குளிர்விக்கப்படுகிறது. எரிபொருட் பகுதியிலோ, உலை உட்புறப்பகுதியிலோ வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்ளும்போது கதிரியக்கம் உண்டாகிறது. இந்தக் குறிப்பிட்ட அமைப்பில் சோடியம் 1050° பா. (560° செ.)க்கு வெப்பப்படுத்தப்பட்டுக் குழாய்கள் வழியாகப் பாய்ந்து (படத்தில் ஒரு கோட்டு வழியில் திட்டம் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது) இடைப்பட்ட வெப்பப் பரிமாற்றிகளுக்குச் செல்கின்றது. வெப்பப் பரிமாற்றிகளில் முதன்மைச் சோடியம் கதிரியக்கமற்ற சோடியத்திற்கு வெப்பப் பரிமாற்றம் செய்கின்றது. வெப்பப் பரிமாற்றிகளில் 750° பா. (393°செ.) குளிர்ச்சியடைந்த பின்னர் முதன்மைச் சோடியம் (Primary sodium) உலைக்கு மீண்டும் பம்புகள் வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. மறுபடியும் இச்சுற்று மீளமீளச் செய்யப்படுகின்றது. கதிரியக்கமற்ற உடன் இணைவான சோடியம் (Non-radio active secondary sodium) இடைப்பட்ட வெப்பப்



படம் 29. திரவ உலோக வேக உற்பத்தி உலையின் பாய்வுச் சுற்றுவழி

பரிமாற்றிகளிலிருந்து நீராவி ஆக்கிகள் (Steam generators) வழியாகச் சுற்றிச் செலுத்தப்படுகின்றது. இந்த நீராவி ஆக்கிகளில், சோடியத்திலுள்ள வெப்பம் நீருக்கு மாற்றப்பட்டுச் சுழலியில் பயன்படுத்துவதற்கான மிகை வெப்ப நீராவி (Super heated steam) தோற்றுவிக்கப் படுகின்றது. குளிர்விக்கப்பட்ட இரண்டாவது சோடியம் இடைப்பட்ட வெப்பப் பரிமாற்றிகள் வழியாக மீளவும் பம்பு வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. இம் முறை திரும்பத் திரும்பச் செய்விக்கப்படுகின்றது. நீராவி ஆக்கியிலிருந்து வரும் நீராவியானது சுழலி மின் ஆக்கியின் (Turbine generator) சுழல் பகுதியைச் (Rotor) சுழல வைத்து மின்சாரத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றது. காண்பிக்கப்பட்ட அமைப்பில் நிகர ஒட்டுமொத்தமான 39% இயங்குதிறத்தில் 1200 மெ.வா. மின்சாரம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. இவ்வுயர் இயங்குதிறம் சோடியத்தின் மேம்பட்ட வெப்பத் தனிச்சிறப்புப் பண்பினால் நிகழ்கிறது.

தி.உ.வே.உ.உ.யில் குழாயிலும் சாதனத்திலும் சாதாரணமாக சோடியம் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. சாதனத்திலோ அல்லது குழாய்களிலோ நிகழக் கூடிய கசிவுகளிலிருந்து காப்பதற்காகக் கதிரியக்கச் சோடியம் கொண்டுள்ள எல்லாச் சாதனங்களும் காப்பிடப்பட்ட அமைப்புக்களில் (Shielded vaults) வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வமைப்புகள் ஆக்சிஜன் நீக்கப்பட்டும் அதற்குப் பதிலாக நைட்ரஜன் போன்ற செயல்படா வாயுவினைக் (Inert gas) கொண்டும் அமைவதால் கசிவுறும் சோடியம் இக்காப்பிடப்பட்ட அமைப்புகளில் சிந்துமேயன்றி மற்ற எத்தகைய தீமையும் ஏற்படாமல் தடுக்கப் படுகின்றது.

காப்பிடப்பட்ட அமைப்புகளில் ஆக்சிஜன் நீக்கப் பெறுவது பாதுகாப்பிற்கான தனிச்சிறப்பினைப் பெறுகின்றது. சோடியம் குறைந்த உருகு நிலை கொண்டது (210°பா. 99°செ.). நியூட்ரான்களை உட்கவரவும் வெப்பப்படுத்தவும் (Absorbing and thermalizing neutrons) ஏற்றது; குறைந்த குறுக்கு வெட்டினைக் கொண்டது; உயர் கொதி நிலையை (High boiling point) உடையது (1640°பா.893°செ.); எல்லா வெப்ப நிலைகளிலும் மிகக் குறைந்த ஆவி அழுத்தமுடையது (Very low vapour pressure); வெப்பப் பரிமாற்றத்தில் மிகச் சிறந்த தன்மை கொண்டதாகவும் உள்ளது. இந்தக் குணங்கள் சோடியத்தினை மிகச் சிறந்த உலைக் குளிர்விப்பானாகச் செய்கின்றன. நீரைப் போன்றல்லாமல் சோடியத்தினை மிகுந்த உயர் வெப்பங் களுக்கு அழுத்த ஆக்கமின்றி வெப்பப் படுத்தலாம். மேலும் அதன் மேம்பட்ட வெப்ப மாற்றுப் பண்புகள் (Heat transfer qualities) அதனை வெப்பமாற்றம் செய்யும் பரப்புகளில் குறுகிய காலக் கொந்தளிப்புகளிலிருந்து மிகக் குறைந்த பாதிப்புகளைக் கொண்டதாகச் செய்கின்றன. குளிரவைக்கும் அமைப்புகளைக் (Coolant systems) குறைந்த அழுத்தத்தில் இயக்க இயலும். ஆகையால் குழாயிலோ சாதனத்தின் வேறு எப்பகுதியிலோ ஒரு வேளை கசிவு ஏற்பட்டால் உயர் அழுத்த அமைப்புகளில் (High pressure systems) ஏற்படுவது போன்று விரைவாக நீர்மம் தப்பித்துச் செல்வதில்லை. வேதியியல் மாற்றத்தில் சோடியம் மிக வேகமாக வினைபுரியும். மேலும் சில வழிகளில் இது ஒரு நன்மையாகத் தோன்றுகின்றது. எரிபொருள் கதிர்வீச்சின் போது (Irradiation of fuel) பிளவுபடும் பொருள்கள் என வழங்கப்படும் கதிரியக்க ஓரகத்தனிமங்கள் மிகுந்த அளவில் தோன்றுகின்றன. மேலும் இவை நிலையற்ற தன்மை வாய்ந்தவை. இவை நிலைத்த ஓரகத்தனிமங்களாகப் படிப்படியாக வீழ்ச்சி அடைகின்றன. தோற்றுவிக்கப் பட்ட பிளவுபடும் பொருளில் மனித இனத்திற்கு இடையூற்றினைத் தோற்றுவிக்கும் ஊடுருவும் கதிரியக்கம் கொண்டவை 131 I, 137 Cs, 95Nb, ஆகும். சில வகை வேக உலைகளில் இந்த பிளவுப் பொருள்கள் வேண்டுமென்றே வெளியேற்றப்படும் (Vented); அல்லது உலையில் எரிபொருளிலிருந்து, சோடியம் குளிர்விப்பானுக்கு வெளியேற்றப் படும். மற்ற வேக உலைகளில் எரிபொருளின் வெளிப் புறப் பூச்சு (Fuel outer cladding) குறைபடும் போது இந்த பிளவுப் பொருள்கள் சோடியத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படும். நல்ல வேளையாக தன் ஒருமித்த வேதியியற் பண்புகளால் சோடியம் இந்தப் பிளவுப்பொருள்களில் மிகுந்த அளவினைத் தன்னுள் தேக்கி வைத்துக் கொள்கின்றது. கதிரியக்க ஐயோடின், சோடியத்துடன் சேர்ந்து சோடியம் ஐயோடைடாக மாறுகிறது, மேலும் கரைசலில் சீஷியம் தக்க வைக்கப்படுகின்றது. இத்தகைய பொருள்களைத் தேக்கி வைக்கும் சோடியத்தின் பண்புகள் பராமரிப்பில் சிக்கலான நிலையைத் தோற்றுவித்தாலும் இதனால் பாதுகாப்பு அனுகூலத்தை வழங்க இயலும், எவ்வாறெனில் தற்செயலாய் ஏற்படும் விபத்துக்களினால் சோடியம் கசியும் போது, மிகுந்த அளவில் பிளவுப் பொருள்களை வெளிப்படுத்துவதில்லை.

சோடியத்தில் சில இயல்புகள் விரும்பத்தக்கவையல்ல. கதிர்வீச்சின்போது, கதிரியக்க ஓரகத்தனிமங்களான 22 Na, 24 Na வாக மாறுகின்றது. இவை காமா கதிர்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. நல்லவேளையாக மிகுந்த அளவிலான இக்கதிரியக்கம் சில நாட்களுக்குள் வீழ்ச்சியடைந்து விடுகின்றன. இப்பண்புடன் மற்ற மூலங்களிலிருந்து பெறும் கதிரியக்க விளைபொருள்களைத் தன்னுள் கொள்ளும் திறமும் (Capacity to contain radio active products), அதனை ஆற்றல் வாய்ந்த அபாயகரமான பொருளாகச் செய்கிறது. ஆனால் தகுந்த கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலைகளில் சோடியம் அபாயகரமானதன்று. சோடியத்தைத் தக்கவாறு கட்டுப்படுத்த வேண்டிய அவசியத்தை நாம் இதனால் உணரலாம்.

சோடியக் கதிரியக்கத்தின் நடைமுறை விளைவு யாதெனில் கதிரியக்க நிலையில் நேரடியாக மனிதர்களால் அதை அணுக இயலாத நிலை உண்டாகிறது. வேக உற்பத்தி உலையில் இப்பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதற்கான வழியாதெனில் இரண்டு தனியான குளிர வைக்கும் சுற்றுக்களைக் கொண்டு ஒன்றில் சோடியமும் மற்றொன்றில் நீரும் வைக்கப்படவேண்டும். முதல் சுற்று உலையின் உட்பகுதி வழியாகச் சோடியத்தை சுழற்சியடையச் செய்து மிக்க கதிரியக்கம் உடையதாகச் செய்கின்றது. மனிதர்கள் அணுகாவண்ணம் இச்சுற்று காப்பிடப்பட்டுள்ளது. தொலைவில் இயங்கும் அமைப்புகளின்(remote mechanisms) மூலமாகப் பராமரித்தல் நிறைவேற்றப்படுகின்றது. இரண்டாவது சுற்று முதல் சுற்றிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்துக்கொண்டு, நீர்ச்சுற்றில் கதிரியக்கம் ஏற்படாதவாறு செய்கின்றது. சோடியம் மிகச் சிறந்த வெப்பப் பரிமாற்றப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளமையால் இரண்டு சுற்றுக்களைப்பயன்படுத்த முடிகிறது. பொருளாதார முறையில் இது மேலும் கவர்ச்சியாக உள்ளது. எப்படி இருப்பினும் கூடுதல் சோடிய வளையும் பாதுகாப்புச் சிறப்பினைக் கொண்டிருப்பதால், இதற்கு ஆகும் செலவு கூடுதல் செலவில் சேர்க்கப்படுகின்றது.

தி.உ.வே.உ.உ.இன் சில முக்கியமான கூறுகள்: எதிர்ச் சக்தி குணகக் கோட்பாடும் (Negative power coefficient), இரண்டாவதுநெருக்கடி நிலையும் (Secondary criticality), வேக உலைகளில் டாப்ளர் விளைவும் (Doppler effect) ஆகும்.

1000 மெ.வா. (மின்சார) தி.உ.வே.உ.உ. யின் கருத்துவடிவான வடிவமைப்புப் படம் (Conceptual design) படம் 30 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

வாயுக்குளிர்விப்பு வேக உற்பத்தி உலை (Gas-cooled fast breeder reactor)

இந்த வகை உலையில் (வா.கு.வே.உ.) உண்டாகும் வெப்பம் அழுத்தப்பட்ட ஹீலியக் குளிர்விப்பானுக்கு மாற்றப்படுகின்றது. பின்னர் நீராவி ஆக்கிகளுக்கும் மாற்றப்பட்டு அங்கு மிகை வெப்ப நீராவியினைத் தோற்றுவித்துச் சுழலி மின் ஆக்கியைச் சுழலவைத்து மின்சக்தி ஆக்கப்படுகின்றது.

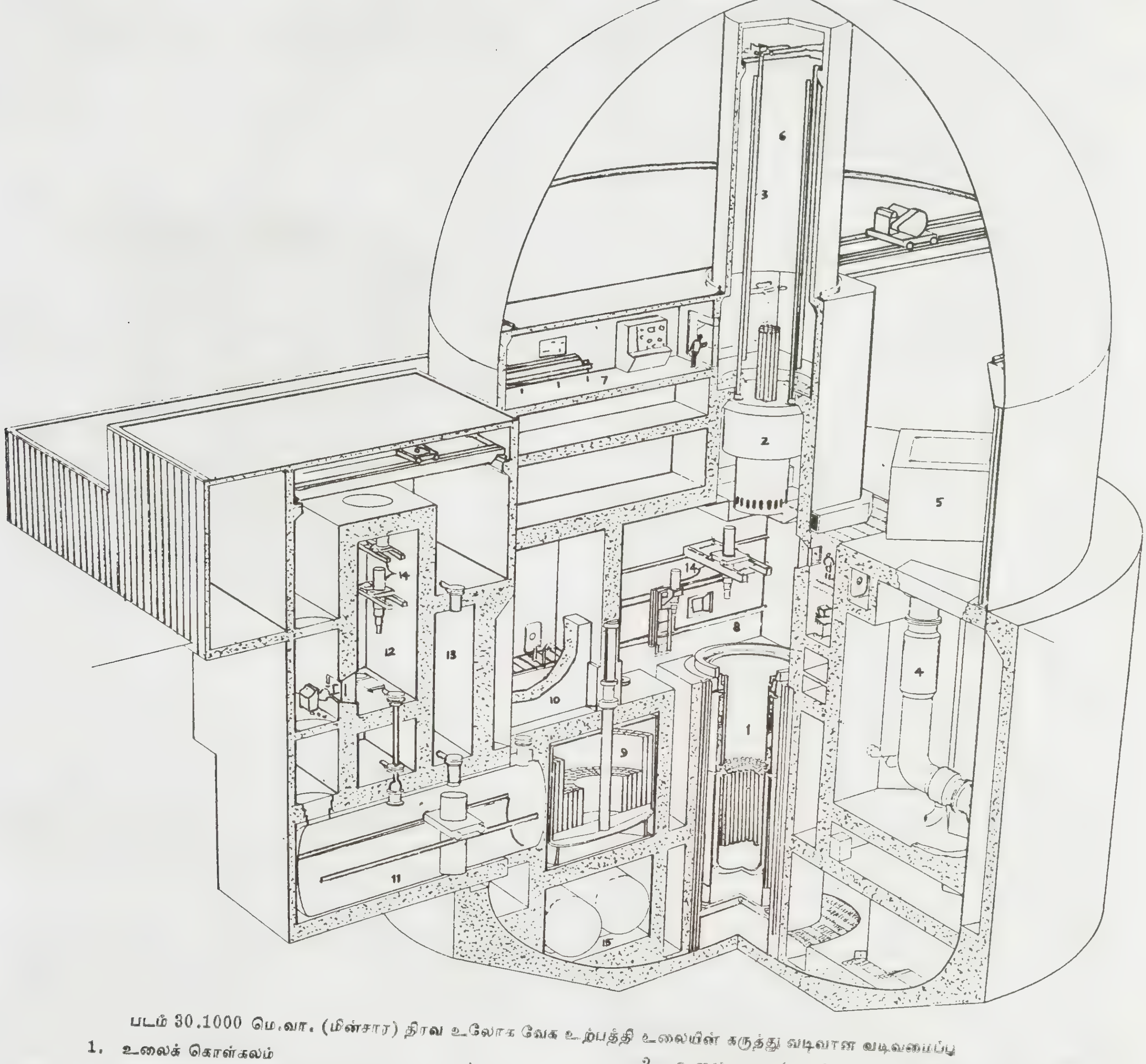
வேக உலைகளுக்கு ஹீலியத்தைக் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்தும் சாத்தியக் கூறுகளை ஆராயும் தொடக்ககால ஆய்வுகள் ஜெர்மனியில் 1960ஆம் ஆண்டு தொடக்கத்தில் கார்ல்ஸ்ரூஹே அணுக்கரு ஆய்வு மையத்தில் (கெசெலஸ்ஷேப்ட் பர்கெர்ன்போர்ஸ்சூங்) பேராசிரியர் கார்ல் விர்ட்ஸ் அவர்களின் மேற்பார்வையில் நடத்தப்பட்டன. மேலும் சேன்டியாகோவில் உள்ள ஜெனரல் அடாமிக் கம்பெனியிலும் கலிபோர்னியாவில் டாக்டர் பீடர் பார்டஸ்க்யூ அவர்களின் தலைமையிலும் ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டன. இந்த ஆய்வுகளின் படி 1000 ப.ச.அ. அல்லது அதற்கு மேலாக உள்ள அழுத்தங்களில் ஹீலியம், வேக உலை உட்பகுதியிலுள்ள (Fast reactor core) வெப்ப ஆக்கத்தைப் போதிய அளவிற்கு நீக்கும் தன்மை கொண்டதாக இருந்தது.

குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்துவதில் ஹீலியத்தின் சிறந்த நன்மையாதெனில் வேதியியல் மாற்றங்களில் அது பாதிக்கப்படாமலிருத்தலும், ஒரே-நிலை (Single phase) குளிர்விப்பானாக இருத்தலும் ஆகும். குறிப்பாகக் கூறும்போது:

1) பிளவு முறையில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட நியூட்ரான்களுடன் ஹீலியம் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் செயல் புரிவதில்லை. ஆகையால் வாயுக்குளிர்விப்பு வேக உலையில் மிகக் கடினமான வடிவமைப்பு சாத்தியமாகிறது. இந்நிலையில், உற்பத்தி செய்யும் உலைகளில் எரிபொருள் இரட்டிப்பு நேரம் (Fuel doubling time), எரிபொருள் சேமிப்பு(Fuel conservation) ஆகியவற்றை நல்குகின்றது. ஹீலியத்தின் அதிக நன்மை யாதெனில் ஹீலியம் கதிரியக்கம் கொண்டதாக மாறுவதில்லை. இவ்வாறாக முதன்மைக் குளிர்விப்பான் உட்கவர்ந்த வெப்பமானது நீராவி ஆக்கியிலுள்ள நீர்ச் சுழற்சிக்கு (Water cycle) நேரடியாக மாற்றப்படுகின்றது.

2) வேதியியல் மாற்றத்தில் செயல்படாத ஹீலியம் பயன்படுத்தப்படுவதால் பொருள்கள்தேர்ந்தெடுப்பதில் பரந்த நிலைக்கு அது வழிவகுக்கின்றது. இது முதன்மை அமைப்பு உறுப்புகளில் (Primary system components) கார்பன் எஃகுகளைப் பயன்படுத்துவதைச் சாத்தியமாக்குகிறது.

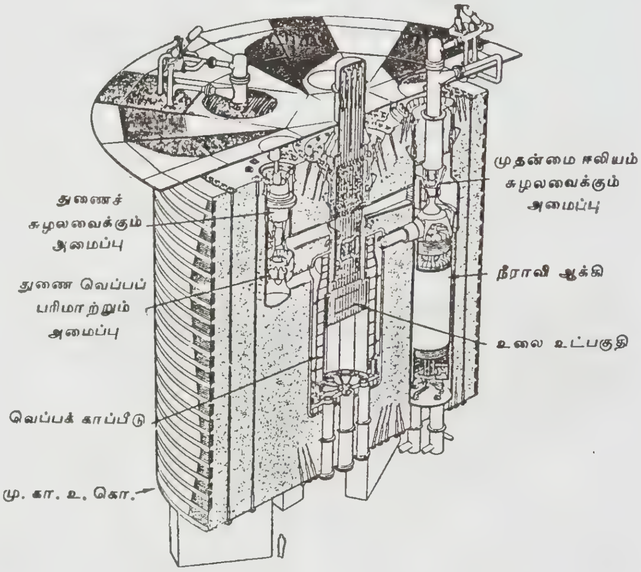
3) பயன்படுத்தும் இயக்க வெப்பநிலை அழுத்த எல்லைகளில் (Operating temperature and pressure range) ஹீலியம் நிலைமாற்றங்களை அடைவதில்லை. இவ்வாறாகக் குளிவிப்பானின் நிலைமாற்றங்களில் (Changes in phase) தொடர்புடைய நீர்ம இயக்க, வெப்ப இயக்க நிலையின்மைகள் (Hydrodynamic and thermodynamic instability) தோன்றுவதில்லை.



படம் 30.1000 மெ.வா. (மின்சார) திரவ உலோக வேக உற்பத்தி உலையின் கருத்து வடிவான வடிவமைப்பு

1. உலைக் கொள்கலம்
2. உலை மூடி (உயர்த்தப்பட்ட நிலை)
3. உலை மூடியை உயர்த்தும் திருகுகள் (4)
4. முதன்மை சோடியம் இடைப்பட்ட வெப்பப் பரிமாற்றிகள்
5. உயர்த்திப் படிகளும், சாதனம் கொண்டு செல்வதற்கான வழியும்
6. உலை மூடுவதைக் கண்காணிக்கும் அறை
7. செலுத்தமும் கருவிகளைக் கண்காணிக்கும் அறையும்
8. மறுஎரிபொருளூட்டும் அறை
9. காரோசல் எரிபொருள் தேக்கத் தொட்டி
10. எரிபொருள் மாற்றும் அறை
11. எரிபொருள் மாற்றத் தடுப்பு
12. கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்தப்பட்ட எரிபொருள் கையாளும் அறை
13. புதிய எரிபொருள் கையாளும் அறை
14. எரிபொருள் கையாளும், பாரம் தூக்கிகள்
15. சோடியம் வடியும் தொட்டிகள்

4) அழுத்தப்பட்ட ஹீலியம் போதிய வெப்பப் பரிமாற்றும் பண்புகள் கொண்டதாக உள்ளது. ஆனால் இது திரவ சோடியம் குளிர்விப்பானின் குணங்களுக்கு ஒப்பாக இல்லை. உயர் வெப்ப மாற்றுக் குணகங்கள் (High heat transfer coefficients) எங்கெங்கு தேவையோ அங்கு கூடுதலான குளிர்விப்பானின் பாய்வு வேகத்துடன் (Coolant flow velocity) உலை உட்பகுதியில் வெப்பமுண்டாகும் பரப்பில் செயற்கை முறையில் உராய்வு செய்யும் போது (Artificial roughening of the heating surface) தேவைப்பட்ட வெப்ப மாற்றம் கிடைக்க வகை செய்யலாம். எங்கெங்கு குறைந்த வெப்ப மாற்று குணங்கள் அல்லது காப்பீட்டு விளைவுகள் (Insulation effects) தேவைப்படுமோ அங்கு குறை வேகப்பாய்வு (Low velocity flow) அல்லது பாயாத ஹீலியம் (Stagnant helium) இத்தகைய பண்புகளை அளிக்கின்றது. இது வெப்பத் தாக்குதலினைக் (Thermal shock) குறைக்கும் வெளிப்படையான நன்மையாகும். வா.கு.வே.உ. உயர்வெப்ப வாயுக்குளிர்விப்பு உலை (உ.வெ.வா.உ.) யிலிருந்து பெறப்பட்டதாகும். வா.கு.வே.உ. யானது முதன்மைக் குளிர்விப்பானை அடிப்படையாகக் கொண்டது. உ.வெ வா.உ. அமைப்பின் உறுப்புகளின் தொழில் நுட்பத்தையும் அடிப்படியாகக் கொண்டது. இதற்கு உதாரணம் முன்னழுத்தங்கொண்ட கான்கிரீட் உலைக் கொள் கலங்கள் ஆகும் (மு.கா.உ.கொ.கள்). வா.கு.வே.உ.க்கும் உ.வெ.வா.உ.க்கும் உள்ள ஒருமித்த தன்மைகள் படம் 31 இன் மூலம் விளங்கும். இது 300 மெ. வா. (மின்சார) சக்தியுடையது. வா.கு.வே.உ.யின் முதன்மை அமைப்பின் கருத்துருவாகிய வடிவமைப்பைக் (Conceptual design) கொண்டது. வேக உலையின் உட்பகுதியானது (Fast reactor core) உற்பத்தி செய்யும் பரப்பினாலும், வெப்பக்காப்பீட்டினாலும் (Thermal shielding), சூழப்பட்டுப் பலகுழிவுகள் (Multi cavity) கொண்ட மு.கா.உ.கொ.வின் மத்தியக் குழியில் (Centre cavity) அமைந்துள்ளது. ஹீலியம் குளிர்விப்பான் 1305 ப.ச.அ.த.மு. அழுத்தத்தில் உலையின் உட்பகுதி வழியாகக் கீழ்ப்புறமாகப் பாய்கின்றது. ஒரே வழி நீராவி ஆக்கிகள் (Once-through steam generators) வழியாகச் சென்று மேலே பொருத்தப்பட்டுள்ள வரிசையாக உள்ள நீராவிச் சுழலியால் இயங்கும், ஹீலியம் சுற்றிச் செலுத்தும் அமைப்புகளுக்குச் (Helium circulators) சென்று பின்னர் உலை உட்பகுதி வழியாகத் திரும்புகின்றது. நீராவி ஆக்கிகள், ஹீலியம் சுற்றிச் செலுத்தும் அமைப்புகள் ஆகியவற்றின் வடிவமைப்பு அதற்கு ஒப்பான உ.வெ.வா. உலை உறுப்புகளின் அடிப்படையில் அமைந்திருக்கும். மேலும் துணைச் சுற்றிச் செலுத்தும் அமைப்புகள் (Auxiliary circulators), வெப்பப் பரிமாற்றிகள் ஹீலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்பு, அதனைக்கையாளும் அமைப்பு (Helium purification and handling system), கருவிகள் (instrumentation), மற்ற உறுப்புகள் யாவும் உ.வெ.வா.உ. பயன்படுத்துவதைப் போலவே உள்ளன. இத்தகைய ஒற்றுமைகள் இரண்டு முக்கியமான விளைவுகளைக் கொண்டுள்ளன. (1) உ.வெ.வா.உ. இனை வணிக முறையில் செயலாற்றினால் வா.கு.வே. உலையின் உறுப்புகளைத் தயாரிக்கும் திறமை நன்றாக அமையும். மேலும் (2) வா.கு.வே.உ.யின் வளர்ச்சித் திட்டத் தேவைகள் புதிய உலைகளின் வளர்ச்சித் திட்டத் தேவைகளை விட மிகவும் குறைவாகவே இருக்கும்.

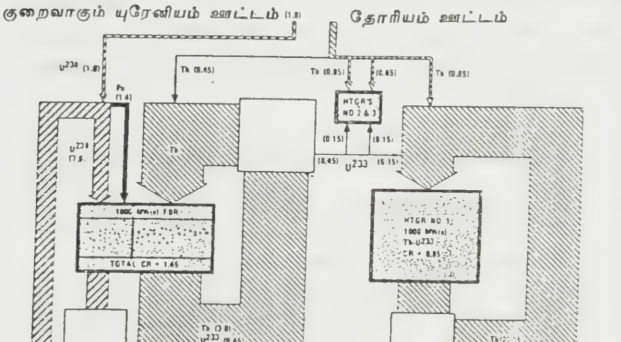


படம் 31 வாயுக் குளிர்விப்பு வேக உலையின் செயல் முறையினை எடுத்துக்காட்டும் நிலையத்தின் அணுக்கரு நீராவி வழங்கு அமைப்பு ஒப்பீட்டிற்காகப் படத்தில் கீழ்ப்புற இடது கைப் பகுதியில் உள்ள மனிதனைக் காண்க.

வா.கு.வே உ. தற்காலத்தில் நினைப்பது போல தி.உ.வே.உ.உ. (திரவ உலோக வேக உற்பத்தி உலை) திட்டத்தில் உருவாக்கப்படும் எரிபொருள் தொழில் நுட்பம், இயற்பியல் தொழில் நுட்பம் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவதாக அமையும். இவ்விரு வகையான வேக உலைகளிலும் துருப்பிடிக்காத எஃகு பூசப் பெற்ற குழாய்களிலுள்ள (Stainless-steel cladding tubes) யுரேனியம் புளூடோனியம் ஆக்சைடு உருண்டைகள் (Pellets) கலந்த கலவை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

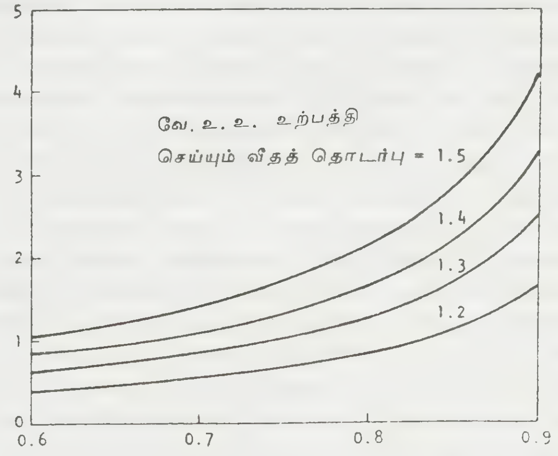
புளூடோனியம்-யுரேனியம் ஆக்சைடு எரிபொருட் கலவையுடைய வா.கு.வே.உ. யின் உற்பத்தி வீதத் தொடர்பு (Breeding ratio) சரியாக 1.45 ஆகும். பெரிய வா.கு.வே.உ. களின் பிளவுறு முதலீடு (Fissile investment) 1 மெ.வா. (வெப்ப அளவில்) /கிலோ கிராம் பிளவுறும் பொருளாக இருப்பதனால் வா.கு.வே.உ. அமைப்பின் இரட்டிப்புக் காலம் ஏறத்தாழப்

பத்தாண்டுகள் என்று எதிர் பார்க்கப் படுகிறது. தற்காலத்திய கலப்பு ஆக்சைடு எரிபொருள்களுடன் (Mixed-oxide fuels) வா.கு.வே.உ. தனது அமைப்பிற்கு இரட்டிப்பு ஆயுட் காலத்தை வழங்குவதுடன் சக்தி ஆக்கக் கொள்ளளவுத் (Energy generating capacity) தேவைகளுக்கு ஏற்பவும் செயல்படுகிறது. வா.கு.வே. உ.வின் கவர்ச்சி யாதெனில் அது அதிகமான நியூட்ரான் களைப் பயன்படுத்தும் சாத்தியக் கூறினைக் கொண்டிருப்பதே. இதனால் 238 U லிருந்து 239 Pu பெறுவதற்குப்பதிலாக 232 Th லிருந்து 233 U வினைத் தோற்றுவிக்கலாம். இந்நோக்கத்திற்காக UO_2 வைக் காட்டிலும் தோரியம் ஆக்சைடு (ThO_2) வா.கு.வே.உ. யின் ஆர மேற்பரப்பில் (Radial blanket) பயன்படுத்தப் படுகிறது. (ThO_2) க்கு மாற்றும் போது உலையின் நியூட்ரான் தன்மை (Neutronics of the reactor) அதிகம் பாதிக்கப்படுவதில்லை; மேலும் குறிப்பிடத் தக்க அளவில் 233 U வினைத் தோற்றுவிப்பதற்கும் உதவுகிறது. வெப்ப அமைப்புகளில் இந்த 233 U, 239 Pu வினைக்காட்டிலும் பெருமதிப்பு வாய்ந்ததாக உள்ளது (அதன் கூறு கிட்டத்தட்ட 2½ மடங்கு). வா.கு.வே.உ. யின் உட்புறப்பகுதியும் (PuO_2-UO_2). UO_2 ஆகியவற்றின் அச்சு வழி மேற்பரப்பும் (Axial blanket) உலை உட்பகுதியின் மீள் சுழற்சிக்குத் (Recycling) தேவையான அளவு புளூடோனியத்தைத் தயாரிப்பதற்கு ஏற்ப வடிவமைக்கப் பட்டுள்ளன. (காண்க படம் 32) வா.கு.



படம் 32. வேக உற்பத்தி உலை, உயர்வெப்ப வாயுக் குளிர்விப்பு உலைகளின் ஒத்தியைந்த வாழ்வுப் பண்பு

வே.உ. யின் ஆரமேற்பரப்பில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட 233U, 232 Th/233 U, சுழற்சியில் செயல்பட்டு வரும் உ.வெ.வா.உ. க்குச் செலுத்தப்படுகின்றன. வா.கு. வே.உ. யிலிருந்து பெறப்படும் அதிக அளவிலான 233U உ.வெ.வா.உ.யில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மீள் சுழற்சியுற்ற 233 Uவுடன் ஈடு செய் எரிபொருளாகப் (Make up fuel) பயன் படுத்தப்படுகின்றது. தற்காலத்திய உ. வெ.வா.உ. வடிவமைப்பில் மீள் சுழற்சியுற்ற 235 U வினைப் பயன்படுத்துவதால் 0.78 மாற்று வீதத் தொடர்பு (Conversion ratio) ஏற்படுகிறது. இவ்வளவினைத் தற்கால எரிபொருட் கூறுக் கருத்தைக் (Present fuel element concept) கொண்டும், அரை ஆண்டு எரிபொருள் மாற்றத்தினாலும் (Semi annual refuelling) 0.84 அளவிற்கு உயர்த்திடலாம். உ.வெ.வா.உ. யின் மாற்று வீதத் தொடர்பினை உலை செயல்படும் போதே எரிபொருள்மாற்றம் செய்வித்து, 0.90 அளவிற்குக் கொண்டு வருவது பற்றி ஐரோப்பிய வடிவமைப்புக்களில் ஏற்கனவே எடுத்துக் கூறப்பட்டுள்ளது.



படம் 33. சமநிலையில் தன்னியல்பாய்த் தொடரக் கூடிய அமைப்பில் உயர் வெப்ப வாயுக் குளிர்விப்பு உலை, வேக உற்பத்தி உலை ஆகியவற்றின் இணைப்பு

படம் 33 இல் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு ஒரு வா.கு.வே. உலையானது சுய நிறைவு கொண்ட நிலையான பொருளாதாரத்தில் (Self-sufficient static economy) மூன்று உ.வெ.வா.உ.களுக்கு உதவும். சக்தித் தேவைகளின் வருடாந்தர வளர்ச்சி வீதத்திற்கு ஏற்ப வா.கு.வே.உ. உ.வெ.வா.உ.களின் நிலையக் கலப்புத் தேவைகள் மாறுபடும். உதாரணமாக 4.5% ஆண்டு வளர்ச்சி வீதத்திற்கு நிலையக் கலப்புத் தேவையானது ஓர் உ.வெ. வா.உ. க்கு அதே சக்தி ஆக்க அளவு கொண்ட ஒரு வா. கு.வே.உ.வின் தேவை ஆகும். வா.கு.வே.உ.யின் மூலதன அளவு (Capital cost) வெப்ப உலைகளைக் (உ.வெ. வா.கு. அல்லது வெந்நீர் உலை) காட்டிலும் சிறிதளவு அதிகமாய் இருப்பினும் எரிபொருட் சுழற்சிச் செலவு (Fuel cycle cost) மிகவும் குறைவாக இருக்கும். அதிலும் குறிப்பாகத் தோரியம் ஆரப்புறப் பரப்பில் (Thorium radial blanket) ஒட்டு மொத்தமான சக்திச் செலவு (Overall power cost) எல்லா வெப்ப அல்லது வேக அமைப்புகளைக் (Thermal or fast systems) காட்டிலும் மிகக் குறைந்த அளவாக (அதாவது 235 U வின் விலை சுமார் $ 15.00/கிராம்) இருக்கும்.

பிணைப்பு ஆற்றல் (Fusion power)

இடைப்பட்ட அணு எண் (Intermediate atomic number) கொண்ட தனிமங்களில் தனித்தனியான அணுக்

கருத் துகள்கள் (nuclear particles) மிகவும் இறுக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதுவே அணுக்கருவின்பண்பாக அமைகின்றது. மிகவும் தளர்த்தியாகக் கூட்டமைக்கப்பட்ட தனிமங்களின் (Loosely assembled elements) மீது கவனம் செலுத்தப்பட்டபோது கன ஓரகத்தனிமங்களில் (Heavy isotopes) பிளவு முறையில் சக்தி வெளிப்பாட்டின் சாத்தியக்கூறு உணரப்பட்டது எடை குறைவான தனிமங்களின் இணைப்பினால் ஆற்றல் வெளிப்பாடு உண்டாவது பற்றியும் சிந்திக்கப்பட்டது. ஒரு பிளவு (Fission reaction) இயக்கத்தைக் காட்டிலும் ஒரு பிணைப்பு இயக்கத்தில் (Fusion reaction) குறைந்த ஆற்றல் வெளிப்பாடே கிடைத்தது. ஆனால் வினைப்படு பொருள்கள் (Reactants) மிக அதிக அளவில் கிடைப்பதுடன் அவற்றை எளிதாகவும்கையாளலாம். வினைப்படும் ஊடகத்தை (Reacting medium) தோற்றுவித்துத் தொடர்ந்து செயல்பட வைப்பதில் ஏற்கப்படும் சக்தி அளவைச் சரிசெய்யும் போதும் தேவைக்கு அதிகமான சக்தியைத் தோற்றுவிக்கும் போதும் ஒரு குறிப்பிட்ட பிணைப்பு இயக்கம் விரும்பத்தக்கதாக அமைகிறது. முப்பதுக்கும்மேற்பட்ட அத்தகைய இயக்கங்கள் சாத்தியமாகின்றன. மிகவும் விரும்பத்தக்க பிணைவு இயக்கங்களாவன: (1)கன அய்ட்ரஜன் ஓரகத்தனிமங்களான டியூடெரியம் ($H^2{}_1$) அல்லது Dயுடன் இணைந்தவை (2) மேலும் டிரிடியம் ($H^3{}_1$) அல்லது T யுடன் இணைந்தவை. இவை மிகவும் குறைந்த சக்திகளில் (Lowest energies) மிகவும் அதிகமான பிணைவு இயக்க நிகழ் தகவு (குறுக்கு வெட்டு) (Fusion reaction probability) (Cross section) கொண்டுள்ளன. டியூடெரியம் இயற்கையில் D_{20} ஆக மிக அதிக அளவில் கிடைப்பதால் கன நீர் தாமதப்படுத்தி உலைகளில் (Heavy water moderated reactors) தற்போது பரந்த அளவில் அது பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. டிரிடியம் ஒரு கதிரியக்க ஓரகத்தனிமம் ஆகும். அதனுடைய அரை வாழ்நாள் 12.3 ஆண்டுகளாகும். இது இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. டிரிடியம் எலெக்ட்ரானை வெளி விட்டு நிலையான ஹீலியம்-3 ஆக மாறுகின்றது.

டியூடெரியம் (D-D) தொடர் இயக்கத்தினைக் கீழ்க் கண்டவாறு எடுத்துக்கூறலாம்:

$$D+D \rightarrow {}^3He+n+3.2\ MeV \quad \text{(மி.எ.வோ.)}$$

$$D+D \rightarrow T+p+4.0\ MeV \quad \text{(மி.எ.வோ.)}$$

$$D+T \rightarrow {}^4He+n+17.6\ MeV \quad \text{(மி.எ.வோ.)}$$

$$D+{}^3He \rightarrow {}^4He+p+18.3\ MeV \quad \text{(மி.எ.வோ.)}$$

....

$$6D \rightarrow 2\,{}^4He+2P+2n+43.1\ MeV \quad (\ \ ,,\ \ )$$

முதல் இரண்டு சமன்பாடுகளும் தெரிவிப்பது யாதெனில் D-D இயக்கம் இரண்டு வழிகளில் ஏதேனும் ஒன்றைப் பின்பற்றி டிரிடியத்தையும் ஒரு புரோட்டானையும் தோற்றுவிக்கும் அல்லது ஹீலியம்-3 இனையும் ஒரு நியூட்ரானையும் சம நிகழ்தகவில் (Equal probability) தோற்றுவிக்கும் என்பதாகும்.

முதல் இரண்டு இயக்கங்களின் விளை பொருள்கள் மூன்றாவது நான்காவது இயக்கங்களின் எரிபொருளாக அமைந்து, கூடுதல் டியூடெரியத்துடன் எரிவிக்கப்படுகின்றன. நிகர இயக்கத்தில் ஆறு டியூடெரியம் அணுக்கருக்கள் மாற்றப்பட்டு இரண்டு ஈலியம் அணுக்கருக்களும் இரண்டு அய்ட்ரஜன் அணுக்கருக்களும், மேலும் இரண்டு நியூட்ரான்களுடன் 43.1 மி.எ.வோ. சக்தி வெளியீடும் உண்டாகின்றன. இயக்க விளை பொருள்கள்-ஹீலியம், அய்ட்ரஜன், நியூட்ரான்கள் இவற்றை ஒப்பிடும்போது பிளவு உலையில் பல்வேறுபட்ட பிளவுப் பொருள்கள் கிடைப்பது போன்றல்லாமல் பிணைவு உலை மிகவும் அபாயமற்றதாகவே உள்ளது. தோற்றுவிக்கப்பட்ட நியூட்ரான்கள் சோடியத்தினால் கவரப் பெற்று ஒரு சுழற்சிக்கு, கூடுதலாக 0.25 MeV (மி.எ-வோ.) சக்தி உண்டாகிறது. ஆகையால் D-D. இயக்கம் ஒரு டியூடெரியம் அணுவிற்கு (டியூடெரான்) குறைந்தது 7 மி.எ.வோ. சக்தியைத் தோற்றுவிக்கின்றது. மேலும் சோடியத்தினால் கவரப்படும்போது ஒவ்வோர் எரிபொருள் அணுவிலும் 10 மி.எ.வோ.க்கும் அதிகமாகச் சக்தி தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

D-D இயக்கத்தின் உச்ச இயக்க வீத குணகம் (Peak reaction rate co-efficient) (D-D) சுழற்சியில் தோன்றும் டியூடெரியம்-டிரிடியம் (D-T) இயக்கத்தைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைந்ததாகவே இருக்கின்றது. இவ்வாறாக பிற்பகுதியில் நடப்பது பற்றி நமது கவனம் செல்கிறது. இயற்கையில் டிரிடியம் தோன்றாததால் இயக்கத்தில் லிதியத்தை இணைத்து டிரிடியம் எரிபொருளைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

$$D + T \longrightarrow {}^4He + n + 17.6 \text{ மி.எ.வோ.}$$

$$n + 6Li \longrightarrow {}^4He + T + 4.8 \text{ மி.எ.வோ.}$$

....

$$D + 6Li \longrightarrow 2\,{}^4He + 22.4 \text{ மி.எ.வோ.}$$

இவ்வியக்கத்தில் டிரிடியம் மீள ஆக்கங்கொள்கிறது. இயக்க விளை பொருளாக ஹீலியம் மட்டும் தோன்றுகின்றது. இரண்டாம் இயக்கத்தைத் (பிளாஸ்மாவின் வெளிப்பகுதியில் தோன்றுவதால்) தோற்றுவிப்பதற்கு உதவியாக அமைக்க வேண்டிய அவசியத்தினாலும், லிதியத்திற்குள் இயக்கத்தை நிகழவைப்பதற்காக மிகவும் சக்தி வாய்ந்த நியூட்ரான்களைத் தாமதப்படுத்த வேண்டி இருப்பதாலும், D-D உலையைக் காட்டிலும் தொழில் நுணுக்க வகையில் D-T உலை மிகவும் சிக்கலாக அமைகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் D-D எரிபொருள் உலையைக் காட்டிலும் D-T உலையில் நிகர சக்தி வெளிப்பாட்டினை அடைவதற்குத் தேவையான காரணக்கூறுகள், தேவைக்குக் குறைவாகவே கொண்டுள்ளன. முதலில் D-T இயக்கத்

தினைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். ஆனால் அதன் இறுதியான நீண்ட நாளைய பயன்பாடு விதியம் கிடைப்பதைப் பொறுத்துள்ளது.

எரிபொருள் அணுக்களின் அணுக்கருக்களை (Nuclei of the fuel atoms) மிகவும் நெருக்கமான இணைப்பில் கொண்டுவரும் போது பிணைப்பு இயக்கங்கள் தோன்றும். அணுக்கருக்கள் நேர்மின் சக்தி (Positively charged) கொண்டிருப்பதால் ஒன்றை ஒன்று விலக்கு கின்றன. இவ்வகையான விலக்கம் சக்தி தடைக்குச் (Energy barrier) சமமாக உள்ளது. செயல்படும் அணுக் கருக்களின் தடை அளவிற்கு ஒப்பாக உள்ள இயங்கு சக்தியைக் (Kinetic energy) கொண்டு செயல் படும் போது இவ்விலக்கத்தை ஊடுருவ இயலும். தேவை யான இயங்கு சக்தியின் அளவானது குறிப்பிட்ட இயக்கத்தையும் தேவையான இயக்க வீதத்தையும் (Reaction rate) பொறுத்தும் அமையும். ஆனால் பொதுவாகப் பிளாஸ்மாக்கள் ஒரு துகளிற்கு 5 கி.எ. வோ. விற்கும் அதிகமான சராசரி சக்தி அளவைப் பெற்றுள்ளன. இத்துகள்களின் கூட்டுத் தொகுப்பின் இறுதி வெப்ப நிலை 40 மில்லியன் டிகிரி கெல்வின் (4×10^7K) ஆகும். இவ்வெப்பத்தில் வாயுவானது முழு வதுமாகப் பிரிவடைந்து அதன் கூறுகளாக நேர்மின் அணுக்கருக்களாகவும் (Positively charged nuclei), கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்களாகவும் (Free electrons) மாற்றப்படுகின்றது. மின்செறிவு அடர்த்தியினால் (Electrical charge density) துகள்களின் கூட்டுத் தொகுதியின் (Collection of particles) இயங்கு முறை நிலை மின்சார மின்காந்த நிகழ்ச்சிகளில் (Electro-static and electro magnetic phenomena) முழுவதுமாக மேலோங்கி உள்ளது. இத்தகைய மின் செறிவு மேலோங்கிய (Charge-dominated) கூட்டுத் தொகுதி கள் கொண்ட அயனியாக்கப்பட்ட பொருள் (Collection of ionized matter) பிளாஸ்மா (Plasma) என்ற ழைக்கப்படுகின்றது. உயர் வெப்ப நிலையிலுள்ள பிளாஸ்மாவினை எவ்விதப் பொருளாலும் ஆக்கப்பட்ட சுவர்களால் கட்டுப்படுத்த இயலாது. ஆனால் இவை மின்காந்தச் சக்திக்கு அடங்குகின்றன. கட்டுப்படுத்தப் பட்ட பிணைப்புச் சக்திக்கான (Controlled fusion energy) ஆய்வின் மையப் பிரச்சினையாக இருப்பது யாதெனில் சற்றேறக்குறைவான நிலைத்த சமநிலையில் பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்படுத்தத் தேவையான அளவிற் கான காந்தவயல் அமைப்பின் வடிவமைப்பே ஆகும்.

பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு மிக்க ஆற்றல் வாய்ந்த மூன்று வகையான வழிகள் உள்ளன. அவை யாவன: (1) டோகமாக் (2) உறுதி நிலைப் பட்ட கண்ணாடி (The stabilised mirror) (3) தீடா நெருடு (The theta pinch) என்பன. கட்டுப் படுத்தப் பட்ட பிணைப்புச் சக்தியைப் பெறுவதற்குப் பல்வகையான வழிகள் உள்ளன. இவற்றில் மிகவும் நல்ல வாய்ப்பினை யுடைய அண்மையான வளர்ச்சிகளில் ஒன்று லேசர் தூண்டப்பட்ட பிணைப்பு (Laser-induced fusion) ஆகும். இதில் எவ்விதமான கட்டுப்பாடும் இல்லை. மிகவும் எளிய அமைப்பிலான லேசர் தூண்டப்பட்ட பிணைப்பில் குவிக்கப்பட்ட (Focused) மிகவும் சக்தி வாய்ந்த லேசர் கற்றையினைச் (Energetic laser beam) சிறிய டியூடெரியம்-டிரிடியம் எரிபொருள் உருண்டை (Fuel pellet) மீது தாக்கச் செய்வார்கள். லேசர் துடிப்பு (Laser pulse) சக்தி வாய்ந்ததாக இருக்கும் போதும் அதன் சக்தி மிகக் குறுகிய காலத்தில் வெளிப் படக் கூடியதாய் இருக்கும் போதும் அவ்வுருண்டை யானது பிணைப்பு வெப்ப நிலைக்குச் (Fusion temperatures) சூடு படுத்தப்படும். துகளானது வேகமான கட்டுப்படுத்த இயலாத வேகத்தைப் பெறும்போது பிணைப்புச் சக்தி வெளிப்படுத்தப் படுகின்றது. கணிப் பொறி ஆய்வுகள் ''நுண்ணிய வெடிப்பில்'' (Micro-explosion) தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஆற்றல் வெளிப்பாடு லேசர் துடிப்பைத் தோற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான சக்தியைக் காட்டிலும் அதிக அளவாகும் என்று தெரி விக்கின்றன ஆற்றல் வெளிப்பாடு வெடிக்கத் தக்கதாக தோன்றுவதால் ஒரே துடிப்பில் உபயோகமான மிக அதிக அளவான ஆற்றல் உண்டாவதற்கு ஒரு வரம்பு உள்ளது. துடிப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட நேரம் துடிப் பின் கால அளவை விட நீண்டதாகும்.

1962 முதற்கொண்டு குர்சடாவ் தொழில் நுட்பக் கழகத்தில் (சோவியத் யூனியன்) செயல்பட்டு வரும் T_3 அமைப்பானது, பிளாஸ்மாவை டொராய்ட் வடிவத் தில் கட்டுப்படுத்தும் முன்மாதிரி எடுத்துக் காட்டாகும். அத்தகைய நெருக்கமான வடிவியல் அமைப்பில் (Closed geometrics) காந்த வயற்கோடுகள் (Magnetic field lines) டொராய்டு வடிவப்பரப்புகளைப் (Toroidal surfaces) பின்பற்றுமாறு கட்டுப்படுத்தப்படும். மேலும் பிளாஸ்மா துகள்கள் (Plasma particles) (முதல் அள வீட்டில்) சுருள் வடிவில் காந்த வயற்கோடுகளில் அமை கின்றன (Spiral along the field lines). ஆனால் சாதாரண டொராய்ட் வடிவவயல்கள் (Toroidal fields) பிளாஸ்மாவைச் சமநிலையில் (Equilibrium) கட்டுப் படுத்துவதில்லை. மேலும் இதற்காக நிலைப் படுத்தும் திட்டம் (Stabilizing scheme) ஒன்றைப் பயன் படுத்த வேண்டும் T_3 இனை உதாரணமாகக் கொண்ட டோகமாக்குகள் டோரசைச் (Torus) சுற்றித் தூண்டப்பட்ட பெரிய அளவிலான சுழற்சி மின்சாரத் தைக் (Large circulating current induced around the torus) கொண்டு சமநிலையை வழங்கச் செய்யலாம். இந்த மின்சாரமும் தடை வெப்ப ஊட்டத்தின் (resistive heating) மூலமாகப் பிளாஸ்மாவை வெப்பமாக்கும். டோகமாக்கில் தூண்டப்பட்ட பிளாஸ்மா மின்சாரம் (Induced plasma current) டோரசின் சிறு அச்சில் (Minor axis of the torus) வளைந்த காந்த வயலைத் தோற்றுவிக்கின்றது. டொராய்ட் பரப்பு வழியாக காந்த வயல்கள் ஹெலிக்ஸ் வடிவில் அமைந்துள்ளன. மேலும் பிளாஸ்மா தப்பிச் செல்ல வேண்டுமென்றால் காந்த வயற் கோடுகளைக் கட்டாயமாகத் தாண்ட

வேண்டிய நிலை ஏற்படுகிறது. துகள்களிடையே மோதுதல்கள் (Inter particle collisions) காரணமாக இங்கொன்று, அங்கொன்றுமான இடமாற்றத்துடன் (Random displacements) இணைந்த செயல்களால் அவ்வாறு ஏற்படுகிறது. அதன் விளைவாகக் காந்த வயற்கோடுகளுக்குக் குறுக்காகப் பரவி அமைப்பின் வெளியே செல்ல வழி ஏற்படுகின்றது. இம்முறையில் வெப்ப சக்தி வெளியே கொண்டு செல்லப்படுகிறது.

மற்ற சாதாரணமான டொராய்டு வடிவ அமைப்புகள் வெளியிலிருந்து சுமத்தப்பட்டுத் திருகப்பட்ட பல துருவக் காந்தவயல்கள் (Externally Imposed twisted multipole magnetic fields) வழியாகத் தேவையான சமநிலையை வழங்குகின்றன. இந்த முறை பிரின்ஸ்டன் பிளாஸ்மா இயற்பியல் சோதனைக் கூடத்தில் தயாரிக்கப்பட்ட ஸ்டெல்லரேடர் வடிவமைப்பில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

டொராய்ட் வடிவ வயல்களில் துகள்களின் சுழற்சி (Particle orbits in toroidal fields) மிகவும் சிக்கலாக அமைந்துள்ளது. இடவேறுபாடுகளைக் கொண்ட காந்தவயலினாலும் (Spatially varying field), வளைந்த காந்த வயற்கோடுகளின் (Curved field lines) வழியாகச் செல்லும்போது உண்டாகும் மிகை வேகத்தினாலும் (Acceleration), துகள்கள் தொலைவில் ஒதுக்கப்பெற்றுத் (Particles drift away) தொடக்க நிலையிலான காந்த வயற்கோடுகளுக்கே திரும்ப வந்து சேர்கின்றன. இவ்வகையான இடமாற்றங்கள் (Excursions) மிக அதிக அளவினைக் கொண்டவை. மேலும் துகள் பரவுதலும் ஆற்றல் பரவுதலும் பல்வேறுபட்ட காரணங்களினால் அதிகமாகின்றன. டோகமாக் திட்டத்தின் முதன்மைக் குறிக்கோள் யாதெனில் பல நிலைகளில் துகள் கால அளவினையும் சக்திக் கட்டுப்பாட்டுக் கால அளவினையும் (particle and energy confinement times) அளப்பதேயாகும். மேலும் டோரசின் அளவினை (Size of the torus) உயர்த்தும்போது இநத உறவு முறைகள் எவ்வாறு மாறுபடும் என்று முன்னறிவிப்புச் செய்வதும் ஆகும். T_2இல் சாதாரண மின் தடை முறையிலான வெப்ப ஆக்கம் (Simple resistive heating) டொராய்டல் உலையினைப் பற்றவைக்கும் அளவிற்கு உயர்ந்திட அனுமதிக்காது. மேலும் டோகமாக் திட்டத்தின் மற்றொரு பெரிய குறிக்கோளாவது கூடுதல் வெப்பத்திட்டத்தினை (Additional heating scheme) உருவாக்குவதாகும். பிளாஸ்மா அழுத்தம் (Plasma compression), இடைப்பட்ட கொந்தளிப்பினைப் புகுத்தல் (Induction of moderate turbulence), பல்வேறுபட்ட தனிச் சிறப்புப் பண்புடைய அலைவெண்ணில் (Characteristic frequencies) உயர் சக்தி அலைவுகளின் உட்கவர்ச்சி (Absorption of high power oscillations), மேலும் நடுநிலைக் கற்றைச்செலுத்துதலினால் வெப்பஆக்கம் (Heating by neutral beam injection), இவ்வாறான பலதரப்பட்ட வெப்பத் திட்டங்கள் உள்ளன, இதன் கடைசித் திட்டம் தான் தற்போது மிகவும் நம்பிக்கையூட்டத் தக்க முறையில் உள்ளது. பிளாஸ்மாவைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த வயலில் நடுநிலை அணுக்களின் கற்றைகள் (Beams of neutral atoms) மிக எளிதாக ஊடுருவி பிளாஸ்மாவில் நுழைந்தவுடன் மிக உயர்ந்த இயங்கு திறத்தில் அயனியாக்கப்பட்டுவிடுகின்றன.

அடைபட்ட அயான்கள் குறிப்பிடத்தக்க ஆற்றல் மூலமாக (Energy source) உள்ளன. இவை மேலும் பிளாஸ்மா இழப்புகளை ஈடுசெய்வதற்காகக் கூடுதல் துகள்களையும் வழங்குகின்றன. நடுநிலைக் கற்றைகளைச் செலுத்தும் அமைப்புகளைத் (Neutral beam injectors) தீவிரமாக உருவாக்கும் முயற்சியில் 1?5 கி.வா. கற்றைகள் (Beams) தற்போது கிடைக்கின்றன. மேலும் 1 மெ.வா. செலுத்தும் அமைப்புகளை அதிக அளவில் தோற்றுவிப்பதற்கான சோதனைகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

காந்த வயற்கோடுகள் வழியாகப்பிளாஸ்மாவின் மின்செறிவூட்டமடைந்த துகள்களின் (Charged particles) அசைவினை (Motion) நிறுத்துவதற்காக ஏதேனும் ஒரு வழி காணும்போது பிளாஸ்மா பகுதியினைக் காந்த வயற்கோடுகளால் மூடப்பட வேண்டிய அவசியம் ஏற்படுவதில்லை. மேலும் டொராய்ட் வடிவ அமைப்புக்களுடன் இணைந்த பல பிரச்சினைகளைத் தவிர்க்கலாம். காந்தக் கண்ணாடி கீழ்வரும் சாதாரண உண்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. காந்த வயல்களுடன், மிக நெருக்கமாகச் செங்குத்து நிலையில் எதிர்ப்படும்போது மின்செறிவுற்ற துகள்கள் சக்தி மிக்க காந்தவயற் பகுதியிலிருந்து எதிரடிக்கப்படுகின்றன (Reflected).

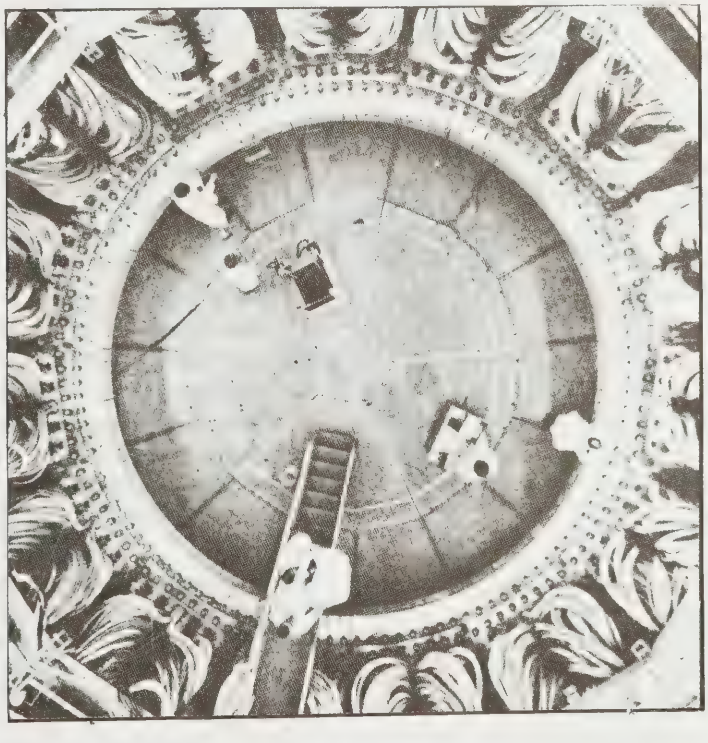
ஆனால் அவை காந்த சக்திக் கோடுகளுக்கு இணையாகச்செல்லும்போது அவை எதிரடிக்கப்படுவதில்லை. இந்நிலையைச் சாதகமாகக் கொண்டு கண்ணாடி அமைப்புகள் (Mirror devices) பிளாஸ்மாவைக் காந்த வயலின் கோடுகள் விரிவடைந்த பருத்த பகுதியில் (bulge of the field) அடைபட வைக்கின்றன. காந்தவயல் அதிமாகும் போது இந்தக் கோடுகள் மீளவும் அணுகி எதிரடிக்கும் பகுதியைத் (Reflecting region) தோற்றுவிக்கின்றன. லாரன்சு கதிர்வீச்சு சோதனைக் கூடத்தில் (Lawrence radiation laboratory - Mirror 2x) இவ்வகையான அணுகு முறையைக் கொண்டு சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன.

தீடா நெருடு சோதனைகள் (Theta pinch experiments)

தீடா நெருடு சோதனைகள், மற்றொரு முறையான உயர் அடர்த்தி அளபுருக்கள் (high density parameters) பற்றி ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டு வந்தன. இந்தச் சோதனைகளின் குறிக்கோள் யாதெனில் குறை அடர்த்தியும் குறைவெப்பமுமுடைய பிளாஸ்மாவினை (Low density, low temperature plasma) மிக வேகமாக அழுத்துவதே (Extremely rapid compression) ஆகும். மிக வேகமான வெப்பத் துடிப்பு இருக்கும்போது இருபடி முறையைப் (Two step process) பின்பற்றலாம்.

(1) மிகவும் வேகமாக உயர்ந்து வரும் காந்த வயலில் (Rapidly rising field) தோற்றுவிக்கப்படும், அதிர்ச்சி அலையினால் (Shock wave) பிளாஸ்மாவினை வெப்பப் படுத்தலாம். (2) காலப் போக்கில் காந்தவயல் தொடர்ந்து மெதுவாக வளரும்போது வெப்பம் வெளியே விடாத அழுத்தத்தினால் (Adiabatic compression) பிளாஸ்மா மேலும் வெப்பமூட்டப்படுகின்றது. இச்சோதனைகளைச் செய்வதற்குத் தேவையான தொழில் நுட்பம் சிறப்பு வாய்ந்ததாகும். 50 கி.வோ. அழுத்தத்தில் ஒரு மெகா ஜூல் ஆற்றலைச் சேமித்து வைத்துள்ள மின் சேமிப்புக் கலங்களிலுள்ள (Capacitors) மின்சாரத்தை நூற்றுக்கணக்கான இணையான வழிகள் வழியாகப் பெருத்த ஒரே சுற்றுடைய அழுத்தப்பட்ட கம்பிச்சுருள் வழியாக வெளியேற்றிடும் போது 100 கிலோ காஸ் (Kilo gauss) அளவிற்கும் மேலான மின்காந்த வயலினை உண்டாக்கலாம். ஷைலா (Scylla-IV) பரிசோதனையில் 3.7 மைக்ரோ நொடியில் மின்சாரம் 8.6 மில்லியன் ஆம்பியர் அளவிற்கு உயருகிறது. இவ்வாறு தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிளாஸ்மாவின் அடர்த்தி $n = 5 x 10^{16}$/செ.மீ.^{3} ஆகும்; அதன் அயனி வெப்பம் $Ti = 3.2$ கி.எ.வோ. அளவிற்குச் சமமானதாகவும் இருக்கும். பிளாஸ்மா, உருண்டை வடிவ அளவில் கம்பிச் சுருளின் மத்தியில் தங்கும்போதும் நிலைத்த சமநிலையில் இருக்கும் போதும் அதன் வாழும் நேரம் மிகவும் குறுகியதாக இருக்கும். ஏனெனில் கருவியின் முனைகளின் வழியே பிளாஸ்மா துகள்கள் பாய்ந்து வெளியில் செல்கின்றன. தீடா நெருடு முறையில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிளாஸ்மாக்கள் மிகவும் வெப்பமுடனும் அடர்த்தியுடனும் இருக்கும். அதன் இயங்கு அழுத்தம் (Kinetic pressure) பல நூறு வாயு மண்டலத்திற்கு ஒப்பானது. மேலும் பிளாஸ்மாவின் சக்தி அடர்த்தி (Plasma energy density) காந்த வயற்சக்தி அடர்த்திக்குச் (Magnetic field energy density) சமமாகவும் இருக்கும். அத்தகைய நிலைகளில் பிளாஸ்மாவின் பண்பு முழுவதுமாக அறியப்படவில்லை.

டொராய்ட் வடிவ தீடா நெருடு கருவி உறுப்பமைப்பினைக் (Toroidal, theta-pinch apparatus) கொண்டு ஒரு பெரிய ஆய்வுத்திட்டம் (Scyllac) லாஸ் ஆலமாஸ் சோதனைக்கூடத்தில் நடத்தப்பட்டு வருகின்றது. (காண்க படம்-34) பிணைப்பு உலையில் எத்தகைய வரையறுத்து வேறுபடுத்தும் கோடும் இல்லை. இதற்குக் காரணம் பிணைப்பு முறை அவ்வாறு அமைந்திருப்பதேயாகும். ஆனால் பிளப்பு உலையில் ''செயல்படும்'' ''செயல்படாது'' என்று இருவகை இருப்பதுபோல் பிணைப்பு உலையில் இல்லை. அதற்குப் பதிலாக உயர் அளவிற்குத் தேவையான நிலைத்த-நிலை பிணைப்பு இயக்க வீதத்தினைப் (Steady-state fusion reaction rate) பெற்று அதனால் மின் ஆக்கத்திற்குத் தேவையான அதிக அளவிலான சக்தியை வழங்குவது மட்டுமே பிரச்சினையாக உள்ளது. இந்நிலை ''லாசன் கோட்பாடு'' (Lawson criterion) என்றழைக்கப்படும்.



படம் 34. லாஸ் ஆலமாஸ் சோதனைக் கூடத்தில் (கலிபோர்னியா பல்கலைக் கழகம்) பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்படுத்திச் சக்தியூட்டுவதற்காகக் கட்டப்பெறும் டொராய்ட் வடிவ தீடா நெருடு கருவி (ஷைலாக் டோரஸ்)

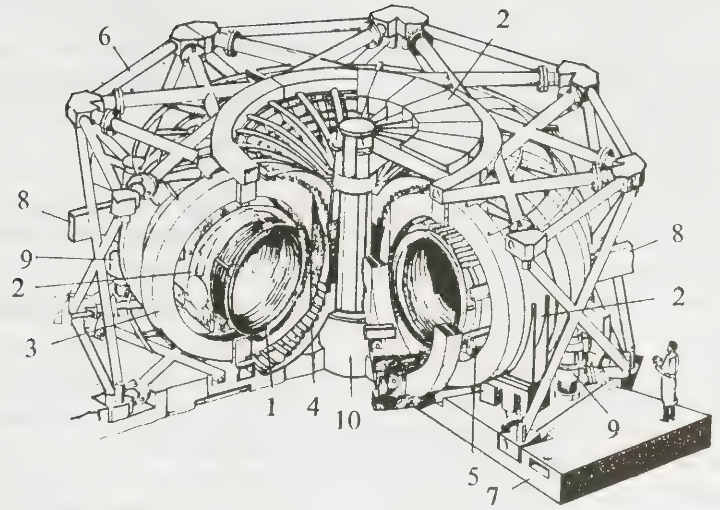
அட்டவணை-14

	வாசன் திட்ட அளவு	டோகா மாக் T-3	கண்ணாடி 2X	தீடா நெருடு (ஷைலா IV)
பிளாஸ்மா அடர்த்தி n / செ.மீ^{3}	5×10^{14}	2×10^{13}	5×10^{13}	5×10^{16}
உச்ச பிளாஸ்மா வெப்ப நிலை Ti (கி.எ.வோ.)	10	0.6	8	3.2
கட்டுப் படுத்தப் பட்ட நேரம் (மைக்ரோ நொடிகள்)	200	25	0.4	0.01

பிரின்ஸ்டன் பிளாஸ்மா இயற்பியல் சோதனைக் கூடத்தில் 1980இல் இயக்கப்படுவதற்காகத் திட்டமிடப்பட்ட டி.சி.டி. சோதனை முதல் முயற்சியாகும். இதன் நோக்கம் ஆற்றலினைச் சீராகப் பெறச் செய்வதற்குத் தேவையான நிலையை அடைவதே ஆகும். மேலும் டியூடெரியம் - டிரிடியம் பிளாஸ்மாவினை உண்மையில் பயன்படுத்துவதற்கு வசதியாகவும் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. டி.சி.டி திட்டமிட்டபடி வேலை செய்யும் போது பத்தில் ஒரு செகண்டு கால அளவில் 10 மெ.வா. பிணைப்பு ஆற்றலைத் தோற்றுவிக்கும். (காண்க படம்-35) அணுக்கருப் பிணைப்பு படம் 36இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

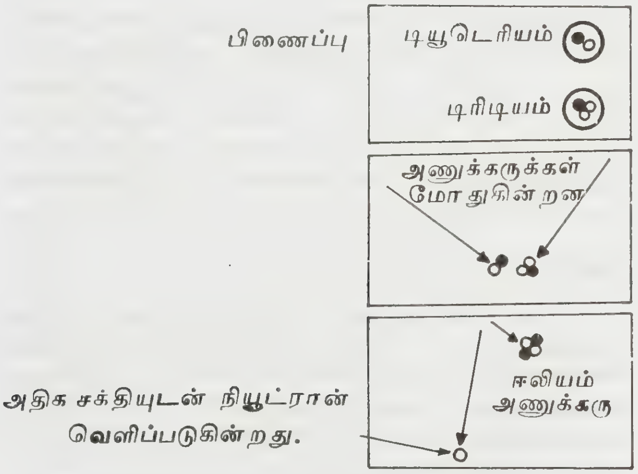
பிணைப்பு ஆற்றலின் எதிர் கால வாய்ப்பு வளம்
(Outlook for fusion power)

விண்மீன்கள் தம் பரந்த ஆற்றல் ஆக்கத்திற்காக அணுக்கருப் பிணைப்பு ஆற்றலையும் (Nuclear fusion energy), வெப்ப அணுக்கருத் தொடர் இயக்கத்தையும் (Thermo nuclear chain reactions) சார்ந்திருப்பது போல் தோன்றுகிறது. விஞ்ஞானிகள் இதுவரை இப்பூமியில் சக்தியின் தோற்றுவாயாகக் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெப்ப அணுக்கரு உலைகள் (Controlled thermonuclear reactors) பற்றி ஆய்வு செய்தனர். பிணைப்பு ஆற்றல் ஓர் உண்மையான நிகழ்ச்சி ஆவதற்கு முன்னால் இது பற்றிய விவரங்கள் அதிக அளவில் அறிய வேண்டியிருக்கிறது. இதில்முன்னேற்றம்சீராகவும் அதிக ஊக்கமாகவும் உள்ளது. பிணைப்பு ஆற்றலின் பெரிய நன்மை யாதெனில் அதனுடைய வற்றாத குறைந்த செலவுடைய எரிபொருள் ஆகும். 2000 மெ.வா. (மின்சார) நிலையத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருளின் மொத்தப் பொருளளவு மிகக் குறைந்ததாகும். அதாவது 2 கி.கி/நாளுக்கும் குறைவாகும். எரிபொருட் செலவு 0.02 மில்/கிலோ வா.மணிக்கும் குறைவாக மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. (1 மில் = $\frac{1}{1000}$



1. டொராய்ட் வடிவ வெற்றிடக் கொள்கலம் 2. கருவிக்காப்பீடு
3. டொராய்ட் வடிவ மின்காந்த வயலை உண்டாக்கும் மின்கம்பிச் சுருள்கள்
4. மின்காந்த வயலை உண்டாக்கும் மின்கம்பிச் சுருளில் மின்தடை முறையிலான வெப்பமூட்டுதல்
5. மின்காந்த வயலைச் சமப்படுத்தும் மின்கம்பிச் சுருள் 6. கருவியின் முறுக்கப்பட்ட அமைப்பு
7. கருவியின் துணை அமைப்பு 8. நடுநிலைக் கற்றை செலுத்தும் துளைகள்
9. டொராய்ட் வடிவக் கொள்கலத்தில் வெற்றிடம் உண்டாக்கும் பம்புகள் 10. மையத்தாங்குத் தூண்

படம் 35 டி.சி.டி. கருவியினுடைய முப்பரிமாணத் தோற்றம். படத் தோற்றத்தின் கீழாக வலது கைப்பக்க மூலையில் உள்ள மனிதனின் அளவினைக் கொண்டு, அமைப்பின் அளவை ஒப்பிட்டு அறியலாம்.



படம் 36. அணுக்கருப்பிணைப்பில் இலேசான அணுக்கருக்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பெரிய அணுக்கருவாகின்றன. இருவகையான அய்ட்ரஜன்களை (டியூடெரியமும், டிரிடியமும்) பல மில்லியன் டிகிரி வெப்ப நிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றின் அணுக்கருக்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஹீலியம் பொருளாக மாறுகின்றன. இந்த முறையில் அவை நியூட்ரானை வெளிப்படுத்துவதுடன் பெருத்த அளவில் சக்தியையும் வெளிப்படுத்துகின்றன. இச்சக்தியின் அளவானது பிளவு முறையால் பெறப்படும் சக்தியை விட அதிகமானது. பிணைப்பு உலைகள் இன்னும் பரிசோதனைக் கட்டத்திலேயே உள்ளன.

டாலர்). ஒரு பெரிய மின் நிலையத்திற்குத் தேவைப்படும் எரிபொருளின் குறைவான பொருளளவும் அதன் கனஅளவும் நிலைய அமைப்பிற்கும் திட்டத்திற்கும் பெரிதும் உதவுகின்றன. நிலைய இருப்பிடங்களைத் துறைமுக வசதி உள்ள இடங்களில் அல்லது இரயில் வழிப்பாதைகள் உள்ள இடங்களில் அமைக்க வேண்டும் என்ற நிலை இதில் இல்லை. இதில் எரிபொருள் தேக்கி வைப்பதற்காக நிலைய முற்றமும் எரிபொருள் கையாளலும் தவிர்க்கப்படும் ஓர் ஆண்டிற்கான டியூடெரியத்தினை 100 சதுர அடி பரப்புள்ள தரையில் சேர்த்து வைக்கலாம். மேலும் இதனைத் திரவ வடிவில் வசதியாக 1000 லிட்டர் அளவுடைய டீவார் குடுவையிலும் சேர்த்து வைக்கலாம். இதனைக் கனநீர்த் தொட்டியில் (Heavy water tank) மின்பகுப்புச் செய்யலாம்; அல்லது வாயுவாக உருளை வடிவக் கலங்களில் (Cylinders) உயர் அழுத்தத்தில் அடைத்து வைக்கலாம்.

டோகமாக் வகை உலை வடிவமைப்புகள் குறைக்க இயலாத அளவுடைய பெரிய நிலைய அளவுகளாக, அதாவது 500 மெ.வா. (மின்சாரம்) அல்லது அதற்கும் மேலானவையாக, அமையும். அதனால் அவை அடிப்படைச் சுமை நிலையங்களுக்கு (Base-load plants) மட்டுமே பொருத்தமாகவும் அமைகின்றன. இவை ஒரே முறை வெப்ப ஒதுக்கம் செய்வதற்காக (Once-

through heat rejection) நிறைந்த அளவுள்ள நீர்த் தேவையினைக் கொண்டுள்ளன. உலரவைக்கும் கோபுரங்கள் (Dry towers) வழியாக வான வெளிப் பகுதியில் வெளியேற்றும்போது அதனால் உயர்வெப்ப வெளியேற்றத்தைக் கொண்டும், உயர்ந்த அளவான சுழலி வெளியேற்ற அழுத்தம் (Turbine exhaust pressure) கொண்டும் உள்ளன. ஒட்டு மொத்தமான அமைப்புச் செலவுகளை (Overall system costs) ஆய்வு செய்யும்போது கூடுதலான மூலதனச் செலவுகள் பொருளாதார வகையில் ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்கவாறு அமையும். கருத்து வடிவில் பிணைப்பு உலையைப் பாலைவனப் பகுதியில் கட்டலாம் அல்லது சாதாரண மாக நிலையத்திற்குச் சிறிது ஈடு செய் தண்ணீரை (Make up water) வழங்குவதற்கு ஏற்ற இடங்களிலும் கட்டலாம். உலகத் தேவைக்கு ஆற்றல் ஆக்கத்தின் அளவு எல்லை எரிபொருள்களினால் கட்டுப்படுத்தப்படு வதில்லை, ஆனால் இவற்றின் வெப்ப வெளியேற்றத் தைப் பொறுத்துப் பெரிதும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

செயல்படும் பிளாஸ்மா அளவு நுண்ணிய வெப்ப மூலமாக அமைகிறது. எரிபொருள் செலுத்தும் வீதங் கள் (Fuel feed rates), அவற்றின் கூட்டமைப்புகள் (Composition), வெற்றிட அமைப்பு உறுப்புகள் (Vacuum system components), அல்லது தாழ்வெப்பக் குளிர்விப்பு இயந்திரங்கள் (Cryogenic refrigeration machinery) ஆகியவற்றை முறையின்றிக் கட்டுப்படுத்தும்போது இயக்கம் நின்று போகலாம். உறுதுணையாக உள்ள துணைச்சாதனங்கள் (Supportive auxiliary equipment) உயர் தொழில் நுணுக்க இயந்திரத் தொகுதிகளைக் கொண்டவை. இதனைத் தொடர்ந்து நம்பத்தகுந்த வகையில் இயக்கவும் பராமரிக்கவும் நன்கு பயிற்சி பெற்ற பணியாளர்கள் தேவை. பிணைப்புச் சக்தி நிலையங்களில் இயல்பாகவே உள்ள முக்கியமான ஆபத்துக்களாவன:

(1) டிரிடியத்தின் பயன்பாடு (2) உயர்சக்தி நியூட் ரான்கள் தோற்றுவிக்கப்படுதல். டிரிடியம் குறைந்த சக்தியுடைய பீட்டா துகள் உமிழ்வினால் டிரிடியம் உயிரிய வகையில் (Biologically) கேடு விளைவிக்கும். அது உலோகச் சுவர்களில் உயர் வெப்பங்களில் குறிப் பிடத்தக்க அளவில் ஊடுருவக் கூடியது. எனவே அத் துகள்களைத் தக்கவைப்பதற்குக் கவனமான, விரிவான, வடிவமைப்பும், விளைவுகளை உடனுக்குடன் காட்டும் சாதனங்களும் இருக்க வேண்டும். வெற்றிடச் சுவரும் (Vacuum wall), அதனைச் சுற்றியுள்ள கம்பளம் போன்ற அமைப்பும் (Blanket structure), இயக்கத்தில் செயற் படுத்தப்படுவதால் அதன் இயக்க வாழ்நாள் முடிவில் நீண்ட நாள் வரை அவ்விடங்களைப் பயன்படுத்த முடி யாத நிலை உருவாகிவிடும். உள்நிலைய அமைப் பானது (Internal plant structure) தொடர்பு கொண்டு பராமரிப்பதற்கு அணுகத்தக்கவாறு இல்லாமல் இருப்ப தால் சிக்கலான தொலை தூரக் கையாளுகையைக் (Remote handling) கொண்டு பழுதுபார்க்கும் வாய்ப் புக்கள் மிகவும் அவசியமாகின்றன. அது உயர் அழுத்த உயர் வெப்பத்தில் வேலை செய்யும் நீர்மங்களினாலும் இணைந்த உள்நிலை ஆற்றலினாலும் தோன்றும் உள்ளார்ந்த இடையூறுகளையும், உயர் மின்காந்த வயல்களினால் தோன்றும் இடையூறுகளையும் கொண்டுள்ளது.

சுருக்கப்பட்ட அணுக்கருச் சக்திச் சொற்றொடர்களின் சொல் விளக்கக் களஞ்சியம் (Abridged Glossary of Nuclear Energy Terms)

மிகை வேகப்படுத்தும் அமைப்பு (Accelerator)

இவ்வமைப்பு மின் செறிவுள்ள துகள்களை உயர் வேகங்களுக்கு முடுக்கி உயர் இயங்கு சக்தியையளிக் கின்றது. இதனை எலெக்ட்ரான்களுக்கும் புரோட் டான்களுக்கும் டியூட்ரான்களுக்கும் அயான்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம். இது துகள் மிகை வேகப்படுத்தி (Particle accelerator) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ''அணு உடைப்பான்'' (Atom smasher) என்ற பழைய சொற்றொடரும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

செயல்படுத்தும் சக்தி (Activation Energy)

வேதியியல் இயக்கத்தில் (Chemical reaction) ஒரு மூலக்கூறுக்கான (Molecule) அல்லது அணுக்கரு இயக்கத் தில் ஓர் அணுவிற்கான ஒருவினையைத் தோற்றுவிப் பதற்குத் தேவையான அளவு சக்தியாகும்.

ஆல்பா-துகள் (Alpha Particle)

இரு புரோட்டான்களையும் இரு நியூட்ரான்களையும் கொண்ட ஹீலியம் அணுவின் அணுக்கருவாகும். ஆல்பா - கதிர்கள் உயர் வேக ஆல்பா துகள்களின் தொடர் ஆகும். இவை கதிரியக்க அணுக்களிலிருந் தோ துகள் மிகை வேகப்படுத்தும் அமைப்புகளி லிருந்தோ (Particle accelerators) தோற்றுவிக்கப்படு கின்றன.

அணு (Atom)

தனிமத்தினைப் பிரிக்கும்போது கிடைக்கும மிகச் சிறிய துகள் ஆகும். இது அம்மூலக்கூற்றின் வேதியியற் பண்புகளைத் தன்னிடம் கொண்டுள்ளது. நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட தனிமங்களில் ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு அமைப்புகளுடன் எலெக்ட்ரான்களையும் புரோட்டான் களையும் கொண்டது.

அணு சிதைவுறுதல் (Atomic disintegration)

ஒரு தனிமத்தின் அணுவின் அணுக்கருவானது மாறு தலடைந்து பிறிதொரு தனிமமாக மாறுபடுவதாகும்.

அணுப்பொருளளவு (Atomic mass)

நியூக்ளைடின் நடுநிலை அணுவின் (Neutral atom) பொருள் அளவாகும். வழக்கமாக அணுப்பொருளளவு அலகுகளில் (Atomic mass units) இது கூறப்படுகின்றது.

இது நியூக்ளைடு பொருளளவு (Nuclide mass) என்றும் வழங்கப்படுகின்றது. முன்பு ஓரிடத்தனிமப் பொருளளவு (Isotopic mass) என்றும் கூறப்பட்டது.

அணுப் பொருளளவு அலகு (அ.பொ.அ.) (Atomic mass unit) (AMU)

இயற்கையான கலவையில் உள்ள ஆக்சிஜன் அணுக்களின் (வேதியியல் அளவு) பதினாறில் ஒரு பங்கான சராசரிப் பொருளளவாகும். ஆக்சிஜன் 16 (இயற்பியல் அளவு) (Physical scale) பொருளளவில் 16 இல் ஒரு பங்காகும். 1.000279 அ.பொ.அ. (இயற்பியல்) = 1.00000 அ.பொ.அ. (வேதியியல்).

1 அ.பொ.அ. (இயற்பியல்)

$= 1.65983 \times 10^{-27}$ கிலோ கிராம்

= 931.162 மி.எ.வோ.சக்தி.

அணு எண் (Z) (Atomic Number)

அணுவின் கருவிலுள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையாகும். நமக்குத் தெரிந்த தனிமங்களின் அணு எண்கள் எல்லா எண்களும் கொண்ட 1 முதல் 103 வரையாகும்.

தகர்வு வெடிக்கல வழியில் கண்டுபிடிக்கும் அமைப்பு (BCD-burst cartridge detection system)

வாயுக்குளிர்விப்பு உலைகளில் தகர்வு வெடிக்கல வழியில் கண்டு பிடிக்கும் அமைப்பினைப் பயன்படுத்தி வெளிப்படுத்தப்பட்ட யுரேனியத்திலிருந்து தப்பிச் சென்ற வாயுப்பிளவுப் பொருள்களைக் (Gaseous fission products) கண்டறிவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பீட்டா-துகள்கள் (Beta-particles)

எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின் செறிவூட்டம் கொண்டவை. பீட்டா - கதிர்கள் உயர் வேக எலெக்ட்ரான்கள் ஆகும். இவை எதிர் மின் செறிவூட்டம் கொண்டவை. இவை கதிரியக்க அணுக்களில் அல்லது துகள் மிகை வேகப்படுத்தும் அமைப்புகளிலிருந்து தோன்றுகின்றன

பிணைப்புச் சக்தி (Binding energy)

நியூக்ளைடிலுள்ள துகள்களை ஒன்றாகப் பிணைக்கும் மொத்த அளவான சக்தியாகும். புரோடியம் அணுக்களுடன் (Protium atoms) நியூட்ரான்கள் இணைந்து நியூக்ளைடு தோன்றும்போது வெளிப்படும் சக்தியின் அளவும் ஆகும். மேலும் அணுவின் பொருளளவு குறைவிற்குச் (Mass decrement) சமமான சக்தியின் அளவாகும்.

ஒரு நியூக்ளியானிற்குரிய பிணைப்புச் சக்தி (Binding energy per nucleon)

நியூக்ளைடின் மொத்தப் பிணைப்புச் சக்தியினை அதன் அணுப்பொருளளவு எண்ணால் (Mass number) வகுக்கக் கிடைப்பது.

உயிரியற்கவசம் (Biological shield)

உலையைச் சுற்றியுள்ள வெளிப்புறக் கவசம் நியூட்ரான், காமா தொடர்களைக் (Neutron and gamma fluxes) குறைத்துப் பாதுகாப்பான வேலை செய்யும் எல்லை கட்குத் தக்கவாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

உற்பத்தி செய்யும் உலை (Breeder reactor)

ஒரு மாற்றுவிக்கும் உலையாகும் (Converter reactor). இது கொள்ளத்தக்க அளவிற்கும் மேலாக அதிகப்படியான அளவில் புதிய எரிபொருளைத் தோற்றுவிக்கின்றது.

எரியவைத்தலைக் குறிக்கும் சிறப்பு எண் (Burn up figure of merit)

எரிபொருட் கூறுகளை (Fuel elements) மாற்றுவதற்கு முன்னர் உலையில் கொள்ளப்பட்ட எரி பொருளின் சதவீத அளவைக் காட்டுவதற்குரியதாகும். அல்லது ஒரு சுமையில் எரிபொருளின் ஒரு பொருளளவில் (Unit mass) பெறப்பட்ட மெகாவாட் நாள்கள் அளவு சக்தியாகும் (Mega watt-days of energy).

கொ.நீ.உ. (கொதி நீர் உலை (Boiling water reactor)

சொர்மெட் (Cermet) **மண்பாண்ட உலோகம்** (Ceramic metal)

உயர் வெப்பங்களில் இப்பொருள்களின் கலவைகளைக் கண்டு கொள்வதற்காகப் பயன்படுத்தும் சொற்றொடர் ஆகும். பீங்கான் எரிபொருள்களைத் (Ceramic fuels) தயாரிப்பதற்காகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக யுரேனியம்-புளூடோனியம் மட்பாண்ட உலோகங்கள். இவை கதிரியக்க ஊறுபாட்டிற்கு (Radiation damage) எதிர்ப்பினை (Resistance) அளிப்பதோடு உயர் வெப்பத்தில் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றவை.

தொடர் இயக்கம் (Chain reaction)

நியூட்ரான்-பிளவு தொடர் இயக்கத்தில் (Neutron fission chain reaction) ஒரு நியூட்ரானுடன் ஒரு பிளவுபடும் அணு சேர்ந்து பிளவினைத் தோற்றுவிப்பதற்குக் காரணமாய் அமைந்து அதன் வழியாகப் பல நியூட்ரான்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டு மற்ற பிளவுகட்கும் காரணமாய் அமைகின்றது. இது தன்னாலேயே தொடரக்கூடிய இயக்கமாகும்.

வேதியியல் சிம்பு (Chemical shim)

இது ஒரு வேதியியற் பொருள். சாதாரணமாக இது போரிக் அமிலம் ஆகும். சாதாரண இயக்கத்தில் எரிபொருள் எரிவிப்பினை (Fuel burn up) ஈடுசெய்வதற்காக நியூட்ரான் உட்கவர்ச்சிப் பொருளாக (Neutron absorber) அணு உலையில் குளிரவைக்கும் அமைப்பில் வைக்கப்படும் வேதியியற் சிம்பானது குளிர்விப்பானி

லுள்ள வெப்ப மாறுபாடுகளை ஈடு செய்வதற்காகவும் பயன்படுகிறது. இது மேலும் பலவிதத் தனிமங்களின் சேர்க்கைக்கும் கழிவிற்கும் (Build up and decay), பிளவு படும் பொருள் குறைவதற்கும் காரணமாக அமைகிறது.

அணிவிப்புப் பொருள் (Claddant)

குறிப்பாக உலை எரிபொருட் கூறுகளில் (Reactor fuel elements) பயன் படுத்தும் பூச்சு ஆகும். இது ஒரு பொருளை அரித்தலிலிருந்து (Corrosion and erosion) காக்கின்றது.

கொள்ளும் கட்டமைப்பு (Containment structure)

இது ஒரு கனமான வலிமையூட்டப்பட்ட முன்னழுத் தம் செய்யப்பட்ட கான்கிரீட் கட்டமைப்பு (Reinforced and prestressed concrete structure). சாதாரணமாக வட்ட உருளை வடிவில் (Cylindrical shape) அல்லது ஒளி விளக்கு வடிவில் (Light bulb shape) உலையின் வகையைப் பொறுத்து அமைகின்றது. உயர் அழுத்தத் தையும் உயர் வெப்பத்தையும் தாங்குவதற்காகவும் மேலும் ஒரு நெருக்கடியில் கதிரியக்க வெளியீட்டைத் தன்னகத்தில் கொள்வதற்காகவும் கட்டமைப்புகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

கட்டுப்பாட்டுக் கோல் (Control rod)

அணு உலையில் இயக்கத்தைக் (Reactivity) கட்டுப் படுத்தும் கோலாகும். இது ஓர் எரிபொருட் கோலோ, தாமதப்படுத்தியின் ஒரு பகுதியோ ஆகும். வெப்ப உலையில் இது சாதாரணமாக ஒரு நியூட்ரான் உட் கவரும் உறுப்பாகவே (Neutron absorber) அமை கின்றது. கட்டுப்பாட்டுக்கோல் பயனுடைய நிலையான பெருக்கு எண்ணை (Effective multiplication constant) மாற்றி அதனால் இயக்கத்தையும் மாற்றுகின்றது.

குளிர்விப்பான் (Coolant)

வெப்பத்தை நீக்குவதற்காக உலையில் சுற்றிச் செலுத்தும் திரவ அல்லது வாயுப் பொருளாகும்.

அணுக்கரு எரிபொருள்கள் மாற்றம் (Conversion of nuclear fuels)

பிளவுபடாத வளமான பொருள்களை (232 Th; 238 U) உலையில் பிளவுபடும் பொருள்களாக (233 U; 239 Pu) மாற்றும் முறை ஆகும்.

மாற்று வீதத் தொடர்பு (Conversion ratio)

மாற்று அல்லது வேக உற்பத்தி செய்யும் உலையில் (Converter or breeder reactor) தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிளவுபடும் எரிபொருளின் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக் கும், பயன்படுத்தப்பட்ட பிளவுபடும் எரிபொருளின் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள வீதத் தொடர்பு ஆகும்.

மாற்றும் உலை (Converter reactor)

பிளவுபடாத வளமான பொருளிலிருந்து (Non fissionable material) புதிய பிளவுபடும் எரிபொருளைத் (New fissionable fuel) தோற்றுவிக்கும் உலை.

உலை உட்பகுதி (Core, reactor)

அணுக்கரு உலையில் பிளவுபடும் பொருளைக் கொண்ட செயல் விளைவுடைய பகுதி.

நெருக்கடிப் பொருளளவு (Critical mass)

ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பிலும் (Particular geometry) பொருள்கள் கூட்டிலும் (Combination of materials) தொடர் இயக்கத்தைத் தன்னால் தொடர வைத்து நிலை நிறுத்தத் தக்க சிறிய அளவான எரி பொருளாகும்.

க.வெ.உ. (CTR-Controlled Thermonuclear reactor)

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெப்ப அணுக்கரு உலை.

வே.க.க.அ. (CVCS-Chemical and volume control system)

வேதியியல் மற்றும் கன அளவு கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

கழிவுத் தகவு (Decay probability)

கதிரியக்கப் பொருளில் ஓர் அணுக்கருவில் ஒரு நொடி யில் ஏற்படும் சிதைவுகளின் எண்ணிக்கை சமன்பாட்டு வடிவில்

$$\text{கழிவுத் தகவு} = -\left(\frac{1}{N}\right)\left(\frac{dN}{dT}\right) = 0.6931/T$$

இங்கு T என்பது கதிரியக்க அரை வாழ்நாள் (Radioactive half life).

தாமதப்படுத்தப்பட்ட நியூட்ரான் (Delayed neutron):

ஆரம்பப் பிளவிற்குப் பின்னர் பிளவுப் பொருளி லிருந்து (Fission products) வெளிப்பட்ட நியூட்ரான்.

டியூடெரியம் (Deuterium)

அணுப்பொருளளவு எண் 2 கொண்ட அய்ட்ரஜனின் நிலைத்த ஓரகத் தனிமம் (Stable isotope). இயற்கை அய்ட்ரஜனில் (கடல் நீர்) டியூடெரியத்தின் அணுத் தன்மை மிகுதி (0.0149%) யாக உள்ளது.

டியூடெரான் (Deuteron)

டியூடெரியத்தின் (கன அய்ட்ரஜன்) அணுக்கரு. ஒரு புரோடானும் ஒரு நியூட்ரானும் கொண்ட துகள்.

D_2O — கனநீர்.

மின் காந்த பம்பு (Electro magnetic pump)

பாய்வு உலோகத்தை (Liquid metal) வெளியேற்று வதற்கு இந்தப் பம்பில் மின்காந்த வயல்கள் நேரடி யாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எலெக்ட்ரான் வோல்ட் (Electron Volt)

ஒரு வோல்ட் மின் அழுத்த வேறுபாட்டில் (Potential difference) ஓர் எலெக்ட்ரானை, ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்வதற்குத் தேவையான வேலைக்குச் சமமான சக்தியின் அலகாகும்.

செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியம் (Enriched Uranium)

இயற்கை யுரேனியத்தில் காணப்படும் 0.7 அணுச் சதவீத அளவிற்கும் (Atomic percent) மேலான உயர் அளவிலான 235 U வினைக் கொண்ட யுரேனியம்.

வேக நியூட்ரான் (Fast neutron)

0.1 மி.எ.வோ.க்கும் மேலான சக்தியைக் கொண்ட நியூட்ரான்.

வேக உலை (Fast Reactor)

வேக நியூட்ரான்களால் தொடர் இயக்கத்தைத் தொடரவைக்கும் உலை.

பிளவுறும் (Fissile) - பிளக்கப்படும், பிளவுபடும் (Fissionable).

அணுக்கருப் பிளவு (Fission, nuclear)

அணுக்கரு பிளவுபட்டு இரண்டு அல்லது மூன்று பெரிய துண்டுகளுடன், இரண்டு அல்லது அதற்கும் அதிகமான நியூட்ரான்களுடன் பெரிய அளவில் சக்தி வெளிப்பாட்டுடன் கூடியது

எரிபொருள் மாற்றுக் கூறு எண் (Fuel conversion factor)

வளமான பொருளிலிருந்து (Fertile fuel) புதிய எரிபொருளைத் (New fuel) தோற்றுவிக்கும் மாற்று உலைகளை (Coverter reactors) ஒப்புமைப்படுத்துவதற்காக இதனை அடிக்கடி பயன்படுத்துகின்றனர். மாற்றுக் கூறு எண் 1 எனக் குறிப்பிடும்போது ஒவ்வோர் எரிபொருள் அணுவும் பிளவுபடும்போது ஒரு புதிய எரிபொருள் அணு தோன்றுவதைக் குறிக்கும். கசிவும், மேற்பரப்பில் உறிஞ்சுதலும் வெப்ப உலைகளில் மாற்று வீதத் தொடர்பினைக் குறைக்கின்றன.

மாற்றுக்கூறு எண் (Conversion factor) ஒன்றிற்கும் மேற்பட்டு இருக்கும்போது-அதாவது எரிபொருள் கொள்வதற்கும் மேலாக எரிபொருள் தோற்றுவிக்கும் நிலையில்-உலை உற்பத்தி செய்யும் வகையைச் சார்ந்ததாகின்றது. அப்போது இந்த வீதத் தொடர்பு, உற்பத்திக் கூறு எண் (Breeding factor) எனப்படும்.

எரிபொருட் சுழற்சி (Fuel cycle)

முழு வரிசையிலமைந்த நிகழ்ச்சிகள் அதாவது யுரேனியத்தைத் தோண்டி எடுப்பது முதல் செயல்முறைப் படுத்திப் பின்னர் உலை எரிபொருள் வடிவில் அமைவதாகும். தேவைக்கு ஏற்ற புதிய எரிபொருளை ஈடு செய்வதும், பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருளைப் புத்துருவாக்குதலும், பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருள்களிலிருந்து கிடைக்கும் கதிரியக்கக் கழிவுகளைச் சேமித்து வைத்தலும் ஆகும்.

பிணைப்பு, அணுக்கரு (Fusion, nuclear)

இலேசான அணுக்கருக்கள் (Light nuclei) ஒன்று சேர்ந்து கனமான அணுக்கருவினைத் (Heavier nuclei) தோற்றுவிப்பதுடன் மிகுந்த அளவில் சக்தி வெளிப்பாட்டைக் கொண்டதாகவும் இருப்பது.

காமா கதிர் (Gamma ray)

அணுக்கரு இயக்கத்தில் அல்லது அழிவுறும் இயக்கத்தில் ஃபோட்டான் வெளிப்படுகின்றது. X-கதிர்களைப் போலக் காமா கதிர்களும் ஒத்த பண்புடையவை. மிகவும் தடிப்பான பொருள்கள் வழியாக ஊடுருவுவதற்குப் போதிய சக்தி கொண்டவை.

வா.கு.வே.உ. (GCFR-Gas cooled fast breeder reactor)

வாயுக்குளிர்விப்பு வேக உற்பத்தி உலை.

வாயுபரவுதல் முறை (Gaseous diffusion)

238 U விலிருந்து 235 U வினைப் பிரித்துச் செறிவூட்டப்பட்ட 235 U எரிபொருளை வழங்குவதற்கான முறை. பெருத்த அளவில் செய்யும்போது இம்முறை மிகுதியான சாதனங்களைக் கொண்டும் அமையும். இது பரவுதலின் வேறுபாடுகளை (differences in diffusivity) அடிப்படையாகக் கொண்டு பொருள்களைப் பிரிக்க வகை செய்கின்றது.

அரை வாழ்நாள் (Half-life)

கதிரியக்க நியூக்ளைடின் அணுக்களின் ½ பகுதியினைக் கழிவடையச் செய்திடத் தேவையான நேரம்.

கன நீர் (Heavy water)

டியூடெரியம் ஆக்சைடு (D_2O) எனவும் வழங்கப்படுகின்றது. கன நீரில், நீரிலுள்ள மூலக்கூறாகிய அய்ட்ரஜனுக்குப் பதிலாக முழுவதுமாக, 2 அணுப் பொருளளவு எண் கொண்ட கன அய்ட்ரஜன் ஓரகத் தனிமம் உள்ளது. கன நீரின் அடர்த்தி 20° செ. இல் 1.1076 ஆகும். கன நீர் அணு உலைகளில் (Heavy water neuclear reactors) கன நீர் நிதானமாக்கியாகவும் குளிர்விப்பானாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

உ.வெ.வா.உ. (HTGR-High Temperature gas cooled reactor)

உயர் வெப்ப வாயுக் குளிர்விப்பு உலை.

இடைப்பட்ட நியூட்ரான் (Intermediate neutron)

100 எ.வோ.க்கும் 0.1 மி.எ.வோக்கும் இடைப்பட்ட சக்தியைக் கொண்ட நியூட்ரான்.

இடைப்பட்ட உலை (Intemrediate reactor)

இடைப்பட்ட நியூட்ரான்களால் தொடர் இயக்கம் தொடரப்படும் உலை.

ஓரிடத்தனிமங்கள் (Isotopes)

நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கையில் வேறுபடும் தனிமத்தின் அணுக்கள்.

தி.உ.வே.உ.உ. (LMFBR-Liquid metal fast breeder reactor)

திரவ உலோக வேக உற்பத்தி உலை.

மெ.நீ.உ. (LWR-Light water reactor)

மென்னீர் உலை.

காந்த விசைக் கருவி (Magnetic jack)

இது ஒருவகையான மோட்டார் ஆகும். கட்டுப்பாட்டுக் கோலினுடைய வளையத்தக்க கம்பி வடங்கள் (Flexible cables) நுணுக்கமாகவும் கம்பிச்சுருள்களை ஒவ்வொன்றாகவும் வரிசையாகவும் செயல்பட வைத்து நகர்த்தப்படுகின்றன. பின்னர் உராய்வினால் சுவர்களில் நிறுத்தி வைக்கப்படுகின்றன. இவை உலைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மேக்னாக்ஸ் (Magnox)

வாயுக் குளிர்விப்பு உலைகளில் (Gas cooled reactors) நியூட்ரான் உட்கவர்தலினைக் குறைப்பதற்காக எரிபொருட் கூறுகளின் (Fuel elements) மேல் பயன்படுத்தும் ஒரு வகையான மக்னீசிய உலோகக் கலப்பு.

பொருள் அளவுக் குறைவு (Mass decrement)

அணுவின் பொருள் அளவிற்கும் (Mass of an atom), அதிலுள்ள கட்டற்ற நியூட்ரான்கள் (Free neutrons), புரோடியம் அணுக்கள் ஆகியவைகளின் பொருளளவிற்கும் உள்ள வேறுபாடாகும்.

மி.எ.வோ. (MEV)

ஒரு மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்.

மி.வா. (மி) அல்லது மி.வா.மி. (MW (e) or MWe)

ஒரு மில்லியன் வாட்டுகள் மின்சாரம்.

மி.வா. (வெ) அல்லது மி.வா.வெ. (MW (t) or MWth)

ஒரு மில்லியன் வாட்டுகள் (வெப்பம்)

நிதானமாக்கி (Moderator)

நியூட்ரான்களின் சக்தியைக் குறைப்பதற்காக (நிதானமாக்க) அணு உலையில் பயன்படுத்தும் பொருள்.

பெருக்குக் கூறு எண், செயல் விளைவுடைய (Multiplication factor effective (Keff.)

தொடர் இயக்கத்தில் ஓர் ஆக்கத்திலுள்ள பிளவுகளின் எண்ணிக்கைக்கும் (Number of fissions in one generation) அதற்கு முன் ஆக்கத்திலுள்ள எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள வீதத் தொடர்பு (Ratio).

பெருக்குக் கூறு எண், அதிகப்படியான K_{ex} (Multiplication factor Excess K_{ex})

ஒன்றிற்கும், செயல் விளைவுடைய பெருக்குக் கூறு எண்ணிற்கும் (Effective multiplication factor) உள்ள வித்தியாசம்.

நியூட்ரான் :

மின் செறிவு இன்றிப் பொருளளவு (Mass) 1.008986 அ.பொ.அ. கொண்ட உள் அணுத்துகள் (Sub atomic particle). நியூட்ரான்கள் புரோட்டான்களுடன் சேர்ந்து அணுக்களின் கருக்களாக அமைகின்றன.

நியூட்ரான் குறுக்குப் பரப்பு (Neutron cross section)

ஓர் அணுக்கருவினுடன் (மிக நுட்பமான குறுக்குப் பரப்பு) (Microscopic cross section —) ஒரு நியூட்ரான் வினை புரியும் நிகழ்தகவின் (Probability) அளவாகும். அல்லது பொருளின் ஓர் அலகு கொள்ளளவில் (Unit volume) உள்ள அணுக்கருக்களில் மிகப்பெரிய குறுக்கு வெட்டுடைய (Macroscopic cross section Σ) ஒன்றுடன் நியூட்ரான் வினைபுரியும் நிகழ்தகவின் அளவாகும்.

நியூட்ரான் தொடர் (Neutron flux)

ஓர் அலகு நேரத்தில் (Unit time) ஓர் அலகு கொள்ளளவில் செல்லும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை.

நியூக்ளியான் (Nucleon)

அணுக்கருத்துகள் (Nuclear particle) - புரோட்டான் அல்லது நியூட்ரான்.

நியூக்ளைடு (Nuclide)

ஒரு வகையான அணு. அணுக்கருச் சக்தியிலும் கட்டுமான அமைப்பிலும் சாதாரண அணுவிலிருந்து வேறுபட்டது.

மு.கு.அ. (PCS-Primary coolant system)

(உலையின்) முதன்மைக் குளிர்விப்பான் அமைப்பு.

உலை நேரம் (Period, reactor)

உலையின் சக்தி e = 2.718 கூறு அளவு உயரும் கால அளவு.

புளூடோனியம் (Plutonium)

யுரேனியத்தைக் கடந்த கதிரியக்கத் தனிமம் (Transuranic radioactive element) (குறி Pu) நெப்டூனியத்தின் சில ஓரிடத்தனிமங்கள் கழிவினால்(Decay) தோன்றுவது.

புளுடோனியம் இயற்கையில் தோன்றுவதில்லை. உலையில் செய்யப்பட்ட புளுடோனியம், 239 Pu, 240 Pu, 241 Pu மேலும் 242 Pu ஆகியவற்றின் கலவையாகும். வேக உற்பத்திச் சக்தி உலைகளில் (Fast breeder power reactors) 239·Pu ஐ எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இதில் தொடர் இயக்கத்தில் பயன்படுத்தும் எரிபொருளுக்குப் மாற்றாக 238 U புளுடோனியமாக மாற்றப்படுகின்றது.

ஊறு விளைவித்தல், எரிபொருள் (Poison, fuel)

அணு உலையின் இயக்கத்தைக் குறைப்பதற்காக ஆக்க வளமில்லாதவாறு நியூட்ரான்களை உட்கவர்ந்து கொண்டு அணுக்கரு இயக்கத்தின்போது தோன்றும் பொருள் (பிளவுப் பொருள்)(Fission Products). பிளவுப் பொருள்களின் இரண்டு நியூக்ளைடுகள் வெப்ப நியூட்ரான்களுக்காகப் பெரிய பிடிப்புக் குறுக்குப் பரப்புகள் (Large capture cross section for thermal neutrons) கொண்டிருக்கும். அதனால் இது உலை வடிவமைப்பைச் சார்ந்துள்ளது. இவை 135Xe, 149Sm ஆகும். பிளவுப் பொருள்கள் உலையில் சேரச் சேர இவை அதிக (பின்ன) அளவு (Increasing fraction) பிளவு நியூ ரான்களைப் பிடிக்கின்றன.

இந்த நியூட்ரான் இழப்பு; இயக்கத்தைக் குறைக்கின்றது (Reduction in reactivity). இயக்க வீதத்தை (Reaction rate) நிலையாக வைக்க வேண்டுமெனில் இவ்வியக்கக் குறைப்பினை ஈடு செய்யவேண்டும்.

சக்தி அடர்த்தி (Power density)

ஓர் அலகுக் கொள்ளளவிற்கான சக்தி.

முதன்மை அமைப்பு, அணு மின் நிலையம் (Primary system, nuclear power plant)

இது நிலையத்தின் அணுக்கருப் பகுதி. இதில் அடங்குபவை நியூட்ரான்களைத் தாமதப்படுத்தும் அமைப்பும் குளிர்விக்கும் அமைப்பும் ஆகும். இரண்டாவது அமைப்பில் நீராவி, மின்சார ஆக்கம் ஆகியவை அடங்கும்.

உடனடியான, நெருக்கடி (Prompt, critical)

உடனடி நியூட்ரான்களினால் (Prompt neutrons) பிளவுக் கூட்டமைப்பு (Fission assembly) நெருக்கடியடையும் நிலை. அத்தகைய கூட்டமைப்பில் இயக்க வீதம் (Reaction rate) மிகவும் உயருகின்றது.

புரோடியம் (Protium)

அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத் தனிமம்; அணுப் பொருளளவு எண் 1. இலேசான அய்ட்ரஜன்.

புரோட்டான் (Proton)

இது ஓர் உள் அணுத் துகள். ஒரு பாசிடிவ் குவாண்டம் மின் செறிவு (1.6021×10^{-19} கூலும்பு) கொண்டதும் பொருள் அளவு 1.007596 'அ.பொ.அ. கொண்டதும் ஆகும். புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் சேர்ந்து அணுக்களின் கருக்கள் ஆகின்றன.

அ.நீ.உ. (PWR - Pressurized water reactor)

அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு நீர் உலை

குவாண்டம் (Quantum)

பிரிக்க முடியாத அளவு சக்தி (Indivisible Quantity of energy) அல்லது சக்தியின் அலகு (Unit of energy) அல்லது மின் செறிவ (Electric charge).

கதிரியக்கம் (Radio activity)

சில வகையான நியூக்ளைடுகள் ஆல்பா அல்லது பீட்டா துகள்களைத் தன்னியல்பாக வெளிவிடும் பண்புடையவை. அல்லது அணுக்கருவினால், சுழலும் எலெக்ட்ரான்கள் (Orbital electrons) பிடிபட்டுச் சக்தி வெளிப்பாட்டுடன் அதன் அணு எண்ணும் (Atomic number) மாறுதலடையும்.

கதிரியக்க ஓரகத் தனிமங்கள் (Radio Isotopes)

கதிரியக்க மாற்றத்தால் (Radio active transformation) ஒரே அணு எண்ணைக் கொண்ட ஓரிடத் தனிமங்கள், இவற்றை மற்ற வகையான அணுக்களிலிருந்து வேறுபடுத்திக் கண்டறியலாம். சில கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமங்கள் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. மற்றவை துகள் மிகைவேகப்படுத்தியிலும் (Particle accelerators), அணு உலைகளிலும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமங்கள், செலவழிக்கப்பட்ட அணுக்கரு எரிபொருள்களிலும் (Spent nuclear fuels), உலைக் கட்டமைப்புகளிலும் (Reactor structure) கழிவுகளிலும் (Wastes) காணப்படுகின்றன.

இயக்குந்தன்மை (Reactivity)

அணுக்கருப் பிளவு உலையில் (Nuclear fission reactor) அதிகப்படியான அளவிற்கும் செயல் விளைவுடைய பெருக்கு எண்ணிற்கும் (Effective multiplication constant) உள்ள வீதத் தொடர்பு.

மீள ஆக்கும் உலை (Regenerative reactor)

இது மாற்றுவிக்கும் அல்லது உற்பத்தி செய்யும் உலை (Converter or breeder reactor). இதில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட எரிபொருளில் ஒரு பகுதி அல்லது எல்லாமே உலையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

ஒழுங்குபடுத்தும் கோல் (Regulating rod)

இது ஒரு நேர்த்தியான கட்டுப்பாட்டுக் கோலாகும். உலையில் தொடர்இயக்கத்தை ஒழுங்குபடுத்துவதற்காகப் பயன்படுகின்றது.

ஒப்புமை உயிரியல் ஊறு விளைவு (ஒ.உ.வி.)
(Relative biological effectiveness (R B E)

பல்வேறு வகையான கதிர்வீச்சிலுள்ள அதே அளவிலான ராண்ட்ஜன்கள் (R) வெவ்வேறு அளவில் உடல் ஊறினைத் தோற்றுவிக்கும். மனிதன் ஏற்கும் இணையான ராண்ட்ஜன் அளவினை (ம.இ.ரா) (Roentgen equivalent man rem) ஏற்கத்தக்க கதிர்வீச்சு படும்

அளவுகளைக் (Allowable radiation exposure values) குறிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ம.இ.ரா = R × ஒ.உ.வி. இதில் ஒ.உ.வி. X-கதிர்கள், காமா-கதிர் வீச்சுக்கும் பீட்டா - கதிர்களுக்கும் 1 ஆகவும், வெப்ப அல்லது தாமதமான நியூட்ரான்களுக்கு 5 ஆகவும், வேக நியூட்ரான்களுக்கு 10 ஆகவும், ஆல்பா - கதிர்களுக்கு 20 ஆகவும் இருக்கும்.

ராண்ட்ஜன் (Roentgen)

X-கதிர் வீச்சு அல்லது காமா - கதிர்வீச்சின் அத்தகைய அளவில் 2.083×10^9 அயான் இணைகளை (Ion pairs) மின் செறிவில் ஒரு நிலை மின் அலகு) (One electrostatic unit of charge) 0° செ. இலும் 1 வாயு மண்டல அழுத்தத்திலும் 1 கனசென்டிமீட்டர் கட்டற்ற காற்றில் (Free air) தோற்றுவிக்கும் அளவாகும்.

பாதுகாப்புக் கோல் (Safety rod)

உலை இயக்கத்தில் மிக்க விளைவினைத் தோற்றுவிப்பது கட்டுப்பாட்டுக் கோல் ஆகும். இது தொடர் இயக்கத்தைஉடனே நிறுத்துவதை உறுதிசெய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

இரண்டாவது அமைப்பு (Secondary system)

அணுமின் நிலையத்தில் நீராவியையும் மின்சாரத்தையும் ஆக்கும் (அணுக்கரு அற்ற) பகுதியாகும்.

தானே தொடர வைக்கும் இயக்கம் (Self - sustaining reaction)

காண்க: தொடர் இயக்கம்.

காப்பு (Shield)

கதிர்வீச்சு மூலத்தைச் (Radiation source) சுற்றி வைக்கப்பட்டுள்ள பொருள். இது கதிர் வீச்சினைக் குறைக்கும் தன்மையுடையது.

ஷிம் கோல் (Shim rod)

உலையில் பயன்படுத்தப்படும் சொரசொரப்பான கட்டுப்பாட்டுக் கோல் (Coarse control rod). பிளவுப் பொருள் ஊறுவிளைவித்தலை (Fission product poisoining) ஈடு செய்யவும் எரிபொருளை எரித்தற்கும் (Fuel burn up) உதவும். மேலும் சோதனைக்காகப் பயன்படுத்தும் ஆய்வு உலையில் (Research reactor) இயக்கத்தில் மொத்த விளைவினைத் தோற்றுவிக்கும் தன்மை கொண்டது.

தாமத நியூட்ரான் (Slow neutron)

100 எ.வோ. சக்திக்கும் குறைந்த அளவினைக் கொண்ட நியூட்ரான்.

வெப்ப நியூட்ரான் (Thermal neutron)

சுற்றுப்புற வெப்பத்தினால் நியூட்ரானின் சக்தியும் வேகமும் தீர்மானிக்கப்படும். 21° செ. வெப்பத்தில் இதனுடைய சராசரி சக்தி (Average energy) 0.025 எ.வோ. ஆகும். மேலும் இதனுடைய மிகவும் நிகழக்கூடிய வேகம், 2200 மீட்டர்கள்/நொடி ஆகும்.

வெப்ப உலை (Thermal reactor)

வெப்ப நியூட்ரான்களால் தொடர் இயக்கம் தொடரும் உலை.

வெப்ப அணுக்கரு இயக்கம் (Thermo nuclear reaction)

இது அணுக்கருப் பிணைப்பு இயக்கம் (Nuclear fusion reaction). இதில் தேவைப்பட்ட செயற்படுத்தும் சக்தி (Activation energy) வெப்பத்தினால் வழங்கப்படுகின்றது.

தோரியம் (Thorium)

இது Th குறியுள்ள தனிமம். 232 Th நியூட்ரான்களை உட்கவர்ந்து பிளவுபடும் 233 U வினை வழங்குகின்றது.

டிரிடியம் (Tritium)

அணுப்பொருளளவு எண் 3-இனைக் கொண்ட அய்ட்ரஜனின் கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமம்.

யுரேனியம் (Uranium)

இது கதிரியக்கத் தனிமம் ஆகும். இதன் குறி U. இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தில் 99.3% 238-Uவும், 0.7% 235 U வும், சிறிதளவு 234 Uவும் இருக்கும். 235 Uவின் அணுக்கரு ஒரு நியூட்ரானை உட்கவரத்தக்க வல்லமை பெற்று அதன் பின்னர் பிளவுண்டு, இரண்டு உயர் கதிரியக்கத் துண்டுகளாக (Highly radio active fragments), மிகுந்த அளவில் சக்தி வெளிப்பாட்டுடன் கூடுதல் நியூட்ரான்களையும் தோற்றுவிக்கின்றது. வெப்ப அணு உலைகளில் பயன்படுத்தும் எரிபொருளாக 235 U அமைகின்றது.

சிர்கலாய் (Zircaloy)

இது 98% Zr; 1.5% Sn; 0.35% Fe-Cr-ni; 0.15%0; கலந்த உலோகக் கலவை ஆகும். குறைந்த நியூட்ரான் குறுக்குப் பரப்புத் (Low neutron cross section) தேவைக்கு உகந்ததாக இருக்கின்றது. மிகவும் சூடான நீரில் நம்பத்தக்க அரிப்பு எதிர்ப்பினைக் (Corrosion resistance) கொண்டதாயும், மென்னீர் உலைகளில் பயன்படுத்துவதற்கான யுரேனியம் எரிபொருள் பூச்சுக்குத் தேவையான வலிமை வழங்குவதாயும் உள்ளது.

நூலோதி

1. *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia* Fifth Edition Edited by Douglas M. Considine Van Nostrand Reinhold Company-1976.
2. *New Encyclopedia of Science* Volume-10 Purnell Reference Books, a division of Macdonald Raintree, Inc. Orbis Publishing Limited-1979

அணு உலை : இந்திய நாட்டின் அணு சக்திச் சாதனை

நம் நாட்டில் அணு சக்தித் துறை உருவாக்கப் பட்ட 30 ஆண்டுகளாகப் பல எண்ணிக்கையுள்ள வெற்றிகளையும், தொடர்ந்த வளர்ச்சியையும் நாம் கண்டு வந்துள்ளோம். 1984ஆம் ஆண்டு இந்திய நாட்டின் அணு சக்தித்துறை 90 கோடி ரூபாய் மதிப்புள்ள அணுமின் சக்தியை விற்பனை செய்துள்ளது. நிதி ஆண்டு (மார்ச்-86) இறுதியில் இவ்வருவாய் 125 கோடி ரூபாய் அளவினை எட்டும். மேலும் இந்திய அணுசக்தித் துறை பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையத்தில் தயாரித்த ஓரிடத் தனிமங்களையும் அதனுடன் இணைந்த கருவிகளையும் விற்று இரண்டு கோடி ரூபாய்களுக்குமேல் சம்பாதித்துள்ளது.

இத்துறை கி.பி. 2000 ஆண்டில் 10,000 மெ.வா. மின்சாரம் ஆக்கம் செய்யும் குறியளவை நோக்கிச் செயல்பட்டு வருகின்றது.

ராஜஸ்தான் அணு மின் நிலையத்தின் முதல் உலையில் தோன்றிய சிக்கல் மிகுந்த பழுதுகளை நீக்கிய பின்னர் இவ்வுலை வெற்றிகரமாக மீண்டும் தொடங்கப்பட்டது. தாராபூர் அணு மின் நிலையம் 15 ஆண்டுகளாக வெற்றிகரமாக இயங்கி வருகின்றது. சென்னை அணு மின்நிலையம் -I முழு ஆக்க அளவான 235 மெ.வா.மி திறனை அடைந்துள்ளது. ராஜஸ்தான் அணு மின்நிலையம் -II, 1984ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்கள் இறுதி வரை 200 மெ.வா. மின்சாரச் சக்தி அளவில் இயங்கியது. பிற்காலத்திற்கான அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலைகளுக்கான (Pressurized heavy reactor PHWR) வடிவமைப்பு தரப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

100 மெகாவாட் வெப்பத்திறன் கொண்ட துருவா ஆராய்ச்சி உலை, ஓரிடத் தனிம ஆக்கத்திற்காகவும், அடிப்படை ஆய்வு, தொழில்நுட்ப ஆய்வுக்காகவும் வேலை செய்யத் தொடங்கியுள்ளது. டிராம்பேயில் தோரியம் சுழற்சி ஆய்விற்காகப் பயன்படுத்தும் யுரேனியம் கரைசலைக் கொண்ட பூர்ணிமா-II என்ற சிறிய தொரு உலை 1984இல் நெருக்கடி நிலையை அடைந்தது. இவ்வுலை ஒன்றுதான் உலகிலேயே யுரேனியம்-233 எரிபொருளைப் பயன்படுத்தும் உலையாகும்.

பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையத்தினரால் வேக உற்பத்திச் சோதனை உலைக்காக வெற்றிகரமாக உருவாக்கப்பட்ட கலப்புக் கார்பைட் எரிபொருள் அணு சக்தித் திட்டத்தில் வேக உற்பத்தி உலைகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட இரண்டாவது கட்டத்தை அடைந்துள்ளது. தாராபூரில் கதிரியக்கக் கழிவுகளை ஒன்று சேர்க்கும் நிலையத்தின் கண்ணாடியாக்கும் தொகுதி (Vitrification unit)யினைத் தொடங்கியது அணுசக்தித் திட்டத்தின் மற்றொரு சாதனையாக அமைந்தது.

இந்திய நாட்டின் அணுசக்தி

அணுசக்தித் துறையில் நாம் பல வெற்றிகளை இது வரை அடைந்துள்ளோம். ராஜஸ்தான் அணுமின் நிலையத்தின் முதல் தொகுதி 1982ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் மூடப்பட்ட பின்னர் மீண்டும் வெற்றிகரமாகத் தொடங்கப்பட்டுள்ளது. தாராபூர், கோடா, கல்பாக்கம் உலைகள் நன்கு இயங்கி வருகின்றன. இந்திய நாட்டின் அணுசக்தித் திட்டம் அட்டவணை-15 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தாராபூர் அணு மின் நிலையம்

தாராபூர் அணு மின் நிலையம் இரு தொகுதிகளான கொதிநீர் உலைகளைக் கொண்டுள்ளது. நவம்பர் 1984 ஆம் ஆண்டு இறுதிவரை வாணிப முறையில் இயங்கி 15 ஆண்டுகள் நிறைவுற்றுள்ளது. முதல் தொகுதி 1984ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் இறுதிவரை 1,00,000 மணிகள் வரை இயங்கியது. டிசம்பர் 1984 இறுதி வரை இந்நிலையம் 28,340 மில்லியன் கி வா. மணி மின்சாரத்தை உண்டாக்கியது. தாராபூர் உலைக்கான எரிபொருள் வெளிநாட்டிலிருந்து பெற இயலாமற் போகும்போது, MOX (Mixed oxide) எரிபொருள் நம்மிடம் அதற்கெனத் தயாராக உள்ளது.

ராஜஸ்தான் அணு மின் நிலையம்

இராஜஸ்தான் அணு மின் நிலையம் -I இல் முனைக் காப்பீட்டில் (End shield) ஏற்பட்ட பழுது வெளிநாட்டினர் உதவியின்றி இந்தியத் தொழில் நுட்பத்தை முழுதும் பயன்படுத்தி நீக்கப்பட்டது. மூன்று ஆண்டுகள் வரை மூடப்பட்டிருந்த முதல் தொகுதி, அதன் மின் ஆக்கத்தை மீண்டும் 1985ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி மாதத்தில் தொடங்கியது.

இவ்வுலை மீண்டும் தொல்லையைக் கொடுத்து வருகின்றது. ஊறு பட்ட உலையாகவே எப்போதும் இருந்து வருகின்றது. அதன் முனைக் காப்பீடு (End shield) முழுவதும் மாற்றுவதற்கான முடிவினை நாம் மேற்கொண்டால் மட்டுமே இப்பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண இயலும்.

முதலில் பற்றவைப்பு வேலைகள் (Welding jobs) செய்தபோது வெப்பமுறைச் செயற்படுத்துதலி (Heat treatment) னால் உண்டாக்கப்பட்ட ஊறுபாடு கூட்டமைப்பில் வன்மையை இழக்கச் செய்தது. இவ்வூறுபாடு குறிப்பிட்ட இடத்தில் காணப்பட்ட அழிவாக இராமல், வெப்பமுறையில் செயற்படுத்தப்பட்ட பரப்பு முழுவதிலும் பரவியது. அது, உலையினுள் ஏற்படாமல், உலையின் வெளிப்புறத்தில் ஏற்பட்டது. இவ்வுலை நன்கு வேலை செய்யக்கூடியது. இது ஏற்கனவே 160 மெ.வா. திறனில் வேலை செய்தது. இதில் மேற்கொண்டு காணப்பட்ட பிளவுகளைச் சரி பார்க்க வேண்டியதாய் உள்ளது. இது குறித்து விரைவில் ஒரு முடிவினை எடுக்க வேண்டும். இவ்வுலைக்கான

அட்டவணை-15

இந்திய நாட்டின் அணு சக்தித் திட்டம்

எண்	திட்டம்	வேலை தொடங்கப் பட்ட ஆண்டு	முடிப்பதற்குத் திட்ட மிடப் பட்ட ஆண்டு	உண்மையிலேயே முடிக்கப்பட்ட ஆண்டும், முடி வடைவதற்கு எதிர் நோக்கி யுள்ள ஆண்டும்	முடிப்பதற்குத் திட்டமிடப்பட்ட ஆண்டிற்கும் உண்மையிலே முடிக்கப்பட்ட; முடிவடைவதற்கு எதிர் நோக்கி யுள்ள ஆண்டிற் கும் உள்ள இடை வெளி
1.	தா.அ.மி.நி.1	1964	1969	1969	தள்ளிக் கழிக்கக் கூடியது (Negligible)
2.	தா.அ.மி.நி.2	1964	1969	1969	,,
3.	ரா.அ.மி.நி.1	1964	1969	1972	3 ஆண்டுகள்
4.	ரா.அ.மி.நி.2	1967	1973	1980	7 ஆண்டுகள்
5.	செ.அ.மி.நி.1	1967	1973	1983	10 ஆண்டுகள்
6.	செ.அ.மி.நி.2	1971	1976	1985	9 ஆண்டுகள்
7.	ந.அ.ச.தி.1	1974	1981	1987	6 ஆண்டுகள்
8.	ந.அ.ச.தி.2	1974	1982	1988	6 ஆண்டுகள்
9.	கா.அ.ச.தி.1	1981	1990	1990	தள்ளிக்கழிக்கக் கூடியது
10.	கா.அ.க.தி.2	1981	1991	1991	,,
11.	கை கா1	—	1994	1994	—

மூலம் : அணு சக்தித் துறை.

தா —தாராபூர்

ரா — ராஜஸ்தான்

செ — சென்னை

ந — நரோரா

கா—காக்ராபர்

பிரச்சினை உலையின் வெளிப்புறத்தில்தான் அமைந்துள்ளது. அதன் உட்புறப் பாதுகாப்பிற்கு எவ்விதத் தொடர்பும் உடையதாய் இல்லை. சாதாரண நீர் ஒழுக்குகள் அடைக்கப்பட்டுக் குறைந்த சக்தி அளவில் வேலை செய்ய அனுமதிக்கும்போது இவ்வுலையினை அதிக அழுத்தத்திற்கு நாம் உட்படுத்தப்போவதில்லை. இவ்வாறாக ராஜஸ்தான் அணுசக்தித் திட்டத்தின் முதல் உலை சோதனை உலையாகவே அமைந்தது. அவ்வுலையிலிருந்து நாம் பல செய்திகளைக் கற்றறிந்து கொள்கிறோம். ராஜஸ்தான் அணுமின் நிலையத்தின் முதல் உலையில் தொடர்ந்து வேலை செய்து நீராவியை ஆக்கம் செய்யலாம். ஆனால் இவ்வாறு ஆக்கம்செய்யப்பட்ட நீராவிசக்தியை ஆக்கம் செய்யுமா என்பதைப் பொறுத்திருந்து காண வேண்டும்.

இவ்வாண்டும் கூட ராஜஸ்தான் அணுமின் நிலையம்-II நன்கு இயங்கியது. இத்தொகுதி 200 மெ. வா. மின் சக்தி எல்லைகளில் இயங்கியது.

சென்னை அணு சக்தித் திட்டம்

சென்னை அணு மின் நிலையம் வியாபார அளவில் ஜனவரி மாதம் 1984ஆம் ஆண்டு 27ஆம் நாள் வேலை செய்யத் தொடங்கியது. இந்நிலையம் 235 மெ.வா.மி. திறத்தில் இயங்கி வருகின்றது.

இந்நிலையத்தின் இரண்டாவது தொகுதியும் இயங்கி வருகின்றது.

நரோரா அணு சக்தித் திட்டம்

நரோரா அணு சக்தித் திட்டத்தின் முதன்மை நிலையக் கட்டிடங்களும் கட்டமைப்பும் (Structure) கட்டி முடிக்கப்பட்டுள்ளன. காலண்ட்ரீயாவும், முனைக் காப்பீடும் (end shield) நிறுவப்பட்டுள்ளன. நரோரா அணு சக்தித் திட்டத்தின் இரு தொகுதிகளுக்கான கட்டுமானப் பணிகளை 1987-88, 1988-89 ஆண்டுகளில் முடிக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

காக்ராபர் அணு சக்தித்திட்டம் (Kakrapar atomic power project)

காக்ராபர் அணு மின்நிலையத்திற்கான கட்டுமானப் பணிகள் 1984ஆம்ஆண்டு டிசம்பர் திங்கள் தொடங்கப்பட்டன. முக்கிய அணுக்கரு உறுப்புகளான முனைக் காப்பீடுகளும், காலண்ட்ரீயாகவும் தயாரிக்கப்பட்டு வருகின்றன. இந்நிலையத்தின் இரு தொகுதிகளையும் 1990 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்களிலும், 1991 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்களிலும் தொடங்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

235 மெ.வா.மி அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலையின் (அ.க.நீ.உ.) வடிவமைப்பு (PHWR) தரப்படுத்தப்பட்டுவிட்டது. மற்றும் 500 மெ.வா.மி தொகுதிகளின் வடிவமைப்பு வேலைகள் நன்கு முன்னேற்றமடைந்து வருகின்றன. இந்நிலையத்தின் முதல் 500 மெ.வா.மி. தொகுதி 1995ஆம் ஆண்டு செயல்படத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. கட்டுமான வேலைகள் 1987ஆம் ஆண்டு ஜனவரி திங்கள் தொடங்கப்படவுள்ளன.

காண்டு அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலை (Candu Pressurised heavy water reactor)

235 மெ.வா. திறன் படைத்த காண்டு உலை நம் நாட்டின் தேவைக்குச் சிறிய உலையாகவே உள்ளது. காண்டு அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக்கனநீர் உலை கனடா நாட்டுத் தொழில் நுட்ப உதவியுடன் உருவாக்கப்பட்டதாகும். ஒரு காலத்தில் நமது மின் செலுத்தும் அமைப்புகள் சிறியனவாக இருந்தமையால் இக்காண்டு உலை அப்போது பொருத்தமாக இருந்தது. ஆனால் நாம் இப்போது அடுத்த நூற்றாண்டின் தேவைகளைக் கருத்தில் கொண்டு செயல் பட வேண்டியுள்ளது. நமது திட்டத்தில் இந்நூற்றாண்டு இறுதிக்குள் 10,000 மெ. வா. அணுசக்தி ஆக்க அளவினைக் குறிக்கோளாகக் கொண்டுள்ளோம். நாம் பல 235 மெ.வா. உலைகளைக் கட்டத் திட்டமிட்டுள்ளோம். சில 500 மெ. வா. உலைகளைப் பின்னர் உருவாக்கவும் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. நாமறிந்த தொழில் நுட்ப அறிவைக் கொண்டு, கைகா (Kaiga) திட்டத்திற்குப் பின்னர், 500 மெ.வா.தொகுதிகட்குச் செல்வதென்றும் தீர்மானித்துள்ளோம். அதாவது இன்னும் நான்கு 235 மெ.வா. தொகுதிகளைக் கட்டுவதென்றும் அதற்குப் பின்னர் 500 மெ.வா. தொகுதிகளை மேற்கொள்வதென்றும் தீர்மானித்துள்ளோம். இக்காரணங்களால் 10,000 மெ.வா. திறனை நம்மால் அடைய முடியும் என நம்பிக்கை ஏற்பட்டுள்ளது.

நம்முடைய உலைகளை ஆரம்ப நிலையிலேயே அமைத்ததால் எல்லா வகையான ஓரிடத் தனிமங்களும் இப்போது கிடைக்கின்றன. ஆரம்பநிலையில் நமது ஓரிடத்தனிம ஆக்கத்தில் பற்றாக்குறையினை நிறைவு செய்ய அது வெளிநாட்டிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப்பட்டது. செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியத் தொழில் நுட்பத்தை நாம் இன்னும் அடையவில்லை. நாம் இயற்கை யுரேனியத்தையும், கனநீர் தொழில் நுட்பத்தையும் சார்ந்துள்ளோம். வேக உலைகட்குக் கொண்டு செல்லும் எரிபொருட் சுழற்சிக்கு இத்தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்துவதில் ஒரு குறிப்பிட்ட திட்டத்தை மேற்கொண்டுள்ளோம். இப்போது செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனிய உலைகள் பொருத்தமாக இல்லை. மிக்க சக்தி ஆக்கம் செய்யவே செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனிய உலைகள் தேவையாகின்றன. இவ்வுலைகளைக் கட்டி முடிக்க நீண்டகாலமாகின்றது. நம்முடைய உலைகளைக் காட்டிலும் செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனிய உலைகளுக்கான கட்டுமான கால அளவு அதிகம்.

ஏழாவது திட்டத்தில் ஆராய்ச்சிக்கும் உருவாக்கத்திற்கும், தொழிற்சாலை அமைப்பிற்கும் சக்தி ஆக்கத்திற்கும் 4,300 கோடி ரூபாய் தேவையாக உள்ளது. தொழில் துறையைப் பொறுத்தவரையில், ஹஜிரா (Hajira)வில் கனநீர் உலையைக் கட்ட அனுமதி கேட்கப்பட்டுள்ளது.

ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அணுக்கருச்சக்தி வடிவம்

12 தரப்படுத்தப்பட்ட 235 மெ.வா.மி திறம் கொண்ட அ.க.நீ. உலைகளையும், பத்து 500 மெ.வா.மி. திறம் கொண்ட உலைகளையும், கட்டத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

இந்திய அணுசக்தித்திட்டத்தில் அ.க.நீ. உலைகள் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன. இவ்வுலைகளில் கனநீர் தாமதப்படுத்தியாகவும் குளிர்விப்பானாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எனவே கனநீரினைத் தயாரிக்கும் நிலையங்கள் மிகவும் முக்கியம் பெற்றவையாய் அமைகின்றன.

கனநீர் நிலையம் - நங்கல்

இந்நிலையத்தின் மின்சக்திப் பற்றாக்குறையினைத் தீர்க்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. அய்ட்ரஜனை ஆக்கம் செய்வதற்கான ஒரு முதன்முனை நிலையம் (Front end plant) நங்கலில் அமைக்கப்படவுள்ளது. இந்நிலையம் மின்பகுப்பு செய்யும் நிலையத்தில் (Electrolysis plant) எடுத்துக்கொள்ளும் சக்தியளவில் ஒரு பின்ன அளவே பயன்படுத்தும் தன்மையுடையதாய்க் கனநீரைத் தொடர்ந்து ஆக்கம் செய்யும்.

கனநீர் நிலையம் - பரோடா

இந்நிலையத்திற்கான அம்மோனியா தேவையை உரநிலையத்திலிருந்துதான் பெறவேண்டும். அம்மோனியா–அய்ட்ரஜன் பரிமாற்ற முறையினை அடிப்படையாகக் கொண்டு இக்கனநீர் நிலையம் இயங்குகின்றது. உரநிலையத்தில் ஏதாவதொரு தவறான இயக்கம் நடைபெறும்போது, கனநீர் நிலையத்தின் கனநீர் ஆக்கம் பெரிதளவில் பாதிக்கப்படுகின்றது. உரநிலையத்திலிருந்து கனநீர் நிலையத்தைப் பிரிப்பதற்காக நீர் அம்மோனியா பரிமாற்ற முன்னோடி நிலையம் வெற்றிகரமாகத் தொடங்கப்பட்டுள்ளது. கனநீரைத் தொடர்ந்து ஆக்கம் செய்ய நிலையங்கள் இப்போது வடிவமைக்கப்பட்டு வருகின்றன.

கனநீர் நிலையம்-தூத்துக்குடி

இந்நிலையம் ஒரு வெப்பநிலையில் அம்மோனியா-அய்ட்ரஜன் பரிமாற்றம் செய்யும் முறையினை (Monothermal anmonia hydrogen exchange process) அடிப்படையாகக் கொண்டு கனநீரை ஆக்கம் செய்கின்றது.

கனநீர் நிலையம்-டால்சர்

இந்நிலையம் 1984ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர்த் திங்கள் இறுதியிலிருந்து. வேலை செய்ய ஆரம்பித்துச் சில சோதனைகளுக்காகத் தொடர்ந்து இயக்கப்பட்டு வருகின்றது. இந்நிலையத்தில் இரண்டு வெப்பநிலைகளுக்குமான அம்மோனியா-அய்ட்ரஜன் பரிமாற்ற முறையினைக் கையாண்டு கனநீர் ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது.

கனநீர் நிலையம்-கோடா (Kota)

இந்நிலையும் குறைந்த அழுத்தத்தில் தொடர்ந்து இயங்க முடியும். விரைவில் இந்நிலையம் மீண்டும் ஆரம்பிக்கப்பட்டுத் தொடர்ந்து இயங்குமென எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது.

தால் வைஷட் திட்டம் (Thal Vaishet project)

அம்மோனியா - அய்ட்ரஜன் பரிமாற்றம் செய்யும் முறையினைப் பயன்படுத்தி ஓர் ஆண்டிற்கு 110 டன்கள் அளவு கனநீரினை ஆக்கம் செய்யும் பணிகள் முன்னேற்றமடைந்து வருகின்றன. இத்திட்டம் 1987 ஆம் ஆண்டு செயல்படுமென எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது.

மனுகுரு திட்டம் (Manuguru Project)

இத்திட்டத்தில் அய்ட்ரஜன் சல்ஃபைட்-நீர் பரிமாற்றம் செய்யும் முறையினைப் பயன்படுத்தி ஓர் ஆண்டிற்கு 185 டன்கள் அளவில் கனநீர் தயாரிக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. இந்நிலையத்திற்கான கட்டுமான வேலைகள் நடைபெற்று வருகின்றன. இந்நிலையம் 1988ஆம் ஆண்டில் உற்பத்தியைத் தொடங்க உள்ளது.

கனநீர் ஆக்கத் திட்டம்

உள்நாட்டிலேயே பொருளாதார வகையில் சிக்கனமான அணுசக்தியினை உருவாக்குவதற்குக் கனநீர் கிடைப்பது ஒரு தடையாக இராது. 10,000 மெ.வா.மி. மின் ஆக்க அளவிற்கு இணையாகக் கனநீர் ஆக்கத்திற்கான திட்டத்தினை அணுசக்தித் துறை வகுத்துள்ளது. இந்நூற்றாண்டு இறுதியில் 10000 மெ.வா.மி. மின் ஆக்கத்திற்கு 13,000 டன்கள் அளவில் கனநீர் தேவையாகின்றது. உரத்தொழிற்சாலை நிலையங்களிலிருந்து பெற்ற கூட்டிணைந்த வாயுக்களை (Synthesis gas) ஊட்டப் பொருளாகக் கொண்டு, ஒரு வெப்பநிலை அம்மோனியா - அய்ட்ரஜன் பரிமாற்ற முறை (Monothermal ammonia hydrogen exchange process) யினைக் கையாண்டு மேலும் சில நிலையங்கள் அமைக்கப்படவுள்ளன. முதன்முனை நிலையங்களாக நீர்–அம்மோனியா பரிமாற்றத்தைக் கொண்ட, தன்னியல்பாய் செயல்படக்கூடிய, ஒரு வெப்பநிலை அம்மோனியா - அய்ட்ரஜன் பரிமாற்ற முறையிலமைந்த ஓரிரண்டு நிலையங்களும் அமைக்கப்படவுள்ளன. மேலும் அய்ட்ரஜன் சல்ஃபைட் - நீர் பரிமாற்ற முறையை அடிப்படையாகக கொண்ட, ஓர் ஆண்டிற்கு 400 டன்கள் கனநீர் உற்பத்தி செய்யும் நிலையம் அமைக்கப்படவுள்ளது.

பரோடாவில் அமைக்கப்பட்ட, நீர்-அம்மோனியா பரிமாற்ற முன்னோடி நிலையத்தின் வெற்றிகரமான தொடக்கச் சோதனைகளினால், உரநிலையங்களைச் சார்ந்திராத அம்மோனியா-அய்ட்ரஜன் பரிமாற்றத்தினை அடிப்படையாகக் கொண்ட கனநீர் நிலையங்களுக்கான வடிவமைப்புகள் மேற்கொள்ளப்பட்

டுள்ளன. விரைவில் தால் நிலையத்தைப் (Thal plant) போன்றே குஜராத்தில் ஹசிராவில் (Hazira) ஆண்டிற்கு 110 டன்கள் கனநீர் ஆக்கம் செய்யும் மற்றுமொரு நிலையம் கட்டப்படவுள்ளது.

அணுக்கரு எரிபொருள்

ஐதராபாதிலுள்ள அணுக்கரு எரிபொருள் தொழிலகம் (Nuclear fuel complex) (அ.எ.தொ.) தாராபூருக்குத் தேவையான எரிபொருள் மூலக்கூறுகளையும் (Fuel elements), ராஜஸ்தான் சென்னை நிலையங்களின் அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலைகளுக்குத் தேவையான எரிபொருள் மூலக்கூறுகளையும், சிர்கலாய் உறுப்புகளான காலண்ட்ரியா குழாய்களையும், குளிர்விப்பான் குழாய்களையும் வழங்குகின்றது. ராஜஸ்தான் அணுமின் நிலையத்திற்கும், சென்னை அணு மின் நிலையத்திற்கும் வழங்கப்பட்ட எரிபொருளின் செயற்பாடு மிக நன்றாக அமைந்தது. 500 மெ.வா.மி. உலை திட்டத்திற்கான உறுப்புகளையும் எரிபொருளையும் அ.எ.தொ. உருவாக்க ஈடுபட்டுள்ளது. இத்தொழிலகம் தாராபூர் உலைகட்குத் தேவையான மேம்பட்ட எரிபொருளையும் வழங்கியது. இத்தொழிலகத்தில் நீண்ட நாள் உலைத்திட்டத்திற்குத் தேவையான சிர்கலாயையும், சிர்கோனியம்-நையோபியம் உலோகக் கலப்பு உறுப்புகளையும் உருவாக்கும் திறத்தை அதிகரிக்கவும், எரிபொருள் உருவாக்கும் திறத்தை அதிகரிக்கவும், விரிவாக்கம் செய்யத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. அ.எ.தொ. இரண்டாவது சென்னை உலைக்கான UO_2 எரிபொருள் கூட்டமைப்புக்களை வழங்கியுள்ளது.

அணுத்தாதுப் பொருள்கள்

பீஹாரிலுள்ள சிங்பும் பகுதியில் துரம்டி (Thuramdi West), பக்ஜடா (Bagjata) என்ற இடங்களில் இரு திட்டங்கள் வியாபார அளவில் அணுத்தாதுப் பொருள்களை ஆக்கம் செய்ய மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. 1984-85 ஆம் ஆண்டில் அணுத்தாதுப்பொருள்களுக்கான பிரிவு. விமான வழியாக அணுத் தாதுப்பொருள்களைக் கண்டறியக் காமாக்கதிர் நிறமாலை அளவீட்டு ஆய்வுகளும், காந்த முறையிலான அளவீட்டு ஆய்வுகளும் (X - ray spectrometric & magnetic surveys) 38978 சதுர கிலோமீட்டர் பரப்பளவில் மேற்கொள்ளப்பட்டன. 15482 சதுர கிலோமீட்டர் பரப்பளவு வரை கதிரியக்க அளவீட்டு முறையினை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. 2994 கி.மீ. தூரம் வரையில் ஒளிர் அளவீட்டு முறையிலான ஆய்வுகள் (Scintillometric surveys) ஊர்தியின் வழியாகவும் மேற்கொள்ளப்பட்டன. விமான வழியான ஆய்வு பரந்த முறையில் தொலை தூரக் கண்டறியும் கருவிகளாலும் தொழில் நுட்பங்களின் (Remote sensing applications and techniques) துணையுடனும் மேற்கொள்ளப்பட்டன. குறிப்பிடத்தக்க அளவில் நாட்டின் சில பகுதிகளில் யுரேனியம் இருப்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பிரிவு யுரேனியம் இருக்கக்கூடிய 25 வேறுபட்ட இடங்களில் 55140மீ. அளவிற்கும் மேலாகத் துளையிட்டு, மொத்தத்தில் 567.70மீ. அளவில் ஆய்விற்கான நிலத்தடி அகழ்வினைச் செய்துள்ளது.

ஆராய்ச்சி உலைகள் (Research Reactors)

துருவா (Dhruva) உலை முடிக்கப்பட்டு நெருக்கடி நிலை அடைந்துள்ளது. இவ்உலையின் உயர் சக்தி இயக்கநிலை 1985-86 இல் உண்டாகும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது.

ஒருபடித் தன்மையுடைய பூர்ணிமா -II உலை யுரேனியம்-233 எரிபொருளைப் பயன்படுத்துகிறது. இவ்வுலை 1984 ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 10ஆம் நாள் நெருக்கடி நிலையை அடைந்தது. தோரியம் சுழற்சியினை ஆய்வு செய்யும், ஒரே ஒரு இயங்கும் உலையாக இவ்வுலை உலகில் அமைந்துள்ளது.

அப்சராவும், சைரசும் தொடர்ந்து திறம்பட இயங்கி வருகின்றன. இவ்வுலைகளின் பெரும்பான்மையான செயற்பாடுகளாவன: சக்தி உலைகளுக்கான (Mox) எரிபொருள் தொகுதியினை (Mixed natural uranium-plutonium oxide fuel cluster) கதிர்வீச்சுச் சோதனைகட்கு உட்படுத்துதல், ஆய்வு உலைகட்கு யுரேனியம் வேறுபடுத்தப்பட்ட, உலோக யுரேனியம் எரிபொருள் கூட்டமைப்புக்களைச் சோதித்தல், துருவா உலைக்குத் தேவையான முன்னோடி எரிபொருளையும் பல கூட்டமைப்புக்களையும் சோதித்தல்.

நியூட்ரான் கதிர்வீசும் தன்மையை ஆய்வு செய்வதற்காக காமினி என்ற 30 கி.வா.திறன் படைத்த இயற்கைச் சலனமுறையில் குளிர்விக்கப்பட்டு வெப்ப நியூட்ரான் தொடரினை வழங்கும் சிறிய உலை, உலை ஆராய்ச்சி மையம் கல்பாக்கத்தில் நிறுவப்பட்டு வருகின்றது.

ஆராய்ச்சியும் உருவாக்குதலும்

கலப்பு ஆக்சைட் எரிபொருள் தயாரிக்கும் இடம் டிராம்பேயில் 1973-77 ஆண்டுகளில் தொடங்கப்பட்டது. இவ்விட அமைப்பில் கொதிநீர் உலைகளுக்கான கலப்பு இயற்கை யுரேனியம்-புளூடோனியம் ஆக்சைட் (Mox) எரிபொருளையும், வேக உற்பத்தி உலைகளுக்குக் கலப்பு யுரேனியம்-புளூடோனியம் கார்பைட் எரிபொருளையும் உருவாக்கியுள்ளது. உள்நாட்டிலேயே இத்தகைய எரிபொருள் உருவாக்கங்களினால், பிற்கால பெரிய வேக உற்பத்தி முன்னோடி உலைகளுக்குத் (Proto type fast breeder reactors - PFBR) தேவையான எரிபொருளை நம்மால் வழங்க இயலும் என்ற நம்பிக்கை நம்மிடம் இப்போது வளர்ந்துள்ளது.

வெப்ப அணுக்கரு ஆராய்ச்சி (Thermo - nuclear research) துறையில் 10 கிமீ/நொடி அளவிலான வேகங்கள் அடையப்பெற்று பிளாஸ்மா வெப்பநிலை 16 மில்லியன் டிகிரி அளவு உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன.

எரிபொருட் சுழற்சி (Fuel cycle)

நமது நாட்டினுடைய எரிபொருட்சுழற்சி இயற்கை யுரேனியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். இயற்கை யுரேனியம் புளூடோனியமாக மாற்றப்பட்டு, பின்னர் புளூடோனியத்திலிருந்து தோரியம்-யுரேனியம் 233 சுழற்சி பயன்பாட்டிற்குக் கொண்டு செல்லப்படு கின்றது. இச்சுழற்சி முழுமையானது. தோரியத்தின் கையிருப்புவளம் மிகுந்த அளவில் நம்நாட்டில் உள்ள தால் நாம் யுரேனியம் 235 இனைச்சக்தி ஆக்கம் செய்ய ஒரு முக்கியப் பொருளாகக் கருதவில்லை. மேலும் செறிவூட்டம் செலவுமிக்கதொன்றாகும்.

எரிபொருள் மறு பதப்படுத்துதல் (Fuel Reprocessing)

தாராபூரிலுள்ள மறுபதப்படுத்தும் நிலையம், அணுக் கருச் சக்தி உலை எரிபொருளை மறு பதப்படுத்து கின்றது. டிராம்பேவிலுள்ள புளூடோனியம் நிலையம் சைரஸ் உலையின் தீர்வுற்ற எரிபொருளை மறு பதப் படுத்தத் தொடங்கியுள்ளது. கல்பாக்கத்தில் மறு பதப்படுத்தும் நிலையத்திற்கான வேலை நடைபெற்று வருகின்றது. வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையில் இயற்கைக் கலப்புக் கார்பைட் உலை உட்பகுதிக்குத் (Natural mixed carbide core) வேண்டிய புளூடோ னியத் தேவை நிறைவேற்றப்பட்டு, அவ்வெரி பொருளை உருவாக்கும் பணி முடிவுற உள்ளது.

தாராபூரில் புளூடோனியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட எரிபொருள் தயாரிக்கும் நிலையத்தின் வேலை முடிவுறும் தருவாயில் உள்ளது.

கனநீர்த் தரம் உயர்த்துதல்

உள்நாட்டிலேயே உருவாக்கப்பட்ட கனநீரின் தரத் தினை உயர்த்துவதற்குத் தேவையான தொழில் நுட்பம் இப்போது நன்கு நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வாண்டில் கோடாவிலும் கல்பாக்கத்திலும் அமைந்த கனநீர்த்தரத்தினை உயர்த்தும் நிலையங்கள் நன்கு செயல்பட்டன. தூத்துக்குடியிலமைந்த கனநீர் செறிவூட்டும் நிலையம் வெற்றிகரமாகச் செயல்படத் தொடங்கி உலைக்கு ஏற்ற தூய்மை வாய்ந்த கனநீரை வழங்குகின்றது. இது போன்ற நிலையங்கள் மஹா ராஷ்டிராவிலுள்ள தால் வைஷட்டிலும் (Thal-vaishet) ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் மனுகுருவிலும் அமைக்கப்பட்டு வருகின்றன. கனநீர் தரத்தினை மேம்படுத்தும் நிலை யங்கள் சென்னை அணுசக்தித் திட்டம்-II இலும், நரோரா அணுசக்தித் திட்டத்திலும் சேர்க்கப்பட்டு அதற்கான வேலைகள் நன்கு முன்னேறி வருகின்றன.

கதிரியக்கக்கழிவு

கதிரியக்கக் கழிவினைக் குறைப்பதற்கான புதிய வழி யாதெனில் இக் கழிவுகளை நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கச் செய்யும் போது நீண்ட வாழ்வுடைய கதிரி யக்கம் குறைக்கப்படுவதே. ஆனால் அதற்காகும் செலவு குறைவாக இல்லை.

கதிரியக்கக் கழிவு மேலாளுமை

தாராபூரினுடைய கதிரியக்கக் கழிவுப் பொருள் களைச் சேமிக்கும் நிலையத்தின் கண்ணாடியாக்கம் செய்யும் தொகுதி (Vitrification unit) தீர்வுற்ற எரி பொருளை மறு பதப்படுத்துதலினால் உண்டாகும் உயர் கதிரியக்கக் கழிவினைத் தேக்கி வைக்கின்றது. 1984ஆம் ஆண்டின் இறுதியில் நிலையத்தின் நிலக்கீல் ஆக்கம் செய்யும் தொகுதி (Bituminisation unit) முழு இயக்க நிலையை அடைந்தது. ஒரு லிட்டர் அளவிற்கு 3இலிருந்து 4 கியூரிக்கள் இயக்க அளவுள்ள உயர்கதிரி யக்க அளவுள்ள கழிவுகளைச் சேமிக்கும் பல்லுறுப்பாக் கத் தொகுதி (Polymerisation unit) கடந்த 18 மாதங் களாக இயங்கி வருகின்றது. இதுவரை 200000 லிட்டர் கள் அளவில் உயர் கதிரியக்கக் கழிவுப் பொருள்கள் திடப் பொருளாக்கப்பட்டுள்ளன. கண்ணாடியாக்கம் செய்யும் தொழில் நுட்பம் நம் நாட்டிலேயே உருவாக் கப்பட்டதாகும். கதிரியக்கக் கழிவினைக் கையாளும் அமைப்புகள், டிராம்பேயிலும், தாராபூரிலும், கோடா விலும், கல்பாக்கத்திலும், ஐதராபாத்திலும், ஆல்வே யிலும் நன்கு இயங்கி வருகின்றன. பாதுகாப்பு விதி முறைகளுக்கேற்பச் சுற்றுப்புறத்திற்குக் கதிரியக்க வெளிப்பாடு அமைந்துள்ளது. கதிரியக்கக் கழிவுகளைப் புதைக்கும் இடத்திலிருந்து அதனைச் சூழ்ந்த பகுதி களுக்கு வெளிச்செல்லும் கதிரியக்க வெளிப்பாடு குறிப் பிடத்தக்கதாக அமையவில்லை.

சக்திச் சேமிப்பு

நங்கலில், கனநீர் ஆக்கத்திற்கான சக்திப் பற்றாக் குறையைச் சமாளிக்க அழுத்த வீச்சு மேற்புற உட் கவரும் தொழில் நுட்பத் (Pressure swing adsorption technology) தினைப் பயன்படுத்தும் ஒரு முதல் முனை நிலையம் (Front end plant) அமைக்கப்படவுள்ளது. இந்நிலையம், கூட்டிணைந்த வாயுவிலிருந்து (Synthesis gas) அய்ட்ரஜனை ஆக்கம் செய்யும். தற்போது இயங்கிவரும் மின்பகுப்பு நிலையங்களில் (Electrolysis plants) பயன்படுத்தப்படும் சக்தியில் ஒரு பின்ன அளவு சக்தியையே இந்நிலையம் பயன்படுத்தும்.

அணுக்கரு எரிபொருள் தொழிலகத்தில், பெரிய அளவில் செயல்படும் நீர்மக் கலவையில் பிரித்தெடுக் கும் தொகுதி (Slurry extraction unit), யுரேனியம் ஆக்சைட் நிலையத்தில் இயக்கப்பட்டு, நீர்மக்கலவை யிலிருந்து யுரேனியத்தை நேரடியாகப் பிரிக்கின்றது. இத்தகைய அமைப்பினால் சக்திப் பயன்பாட்டினையும் மனிதச் சக்தியையும் குறைக்கலாம்.

உலை ஆராய்ச்சி மையம் (Reactor research centre)

உலை ஆராய்ச்சி மையத்தில், வேக உற்பத்தித் திட் டத்திற்கான முயற்சிகள் முழு அளவில் தொடர் கின்றன.

திட்டத்தின் முதற் கட்டத்திற்கான வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையின் (Fast breeder test reactor) கட்டு

மானப் பணிகள் முடிவுற்றன. இக்கட்டத்தில், இச் சோதனை உலை ஆரம்ப நெருக்கடி நிலையினை அடைந்து, குறைந்த சக்தி நிலையில் இயங்கி உலை இயற்பியல் சோதனைகளைச் செய்வதற்கு ஏற்றவாறு இயங்கும். இவ்வுலை புளூடோனியம், இயற்கை யுரேனியம்-கலப்புக் கார்பைட் எரிபொருளை அடிப்படையாகக் கொண்ட, நம் நாட்டிலேயே தயாரிக்கப்பட்ட, எரிபொருளினால் இயக்கப்படவுள்ளது. அணு உலையில் கலப்புக் கார்பைட் எரிபொருளைப் பயன்படுத்துவது, உலகிலேயே இந்தியாதான் முதல் நாடாக இருக்கும். இத்தகைய முன்னேற்றம், நவீன தொழில் நுட்பத்திலும், முதல் வழித் தொழில் நுட்பத்திலும் தன் நிறைவினை அடையச் செய்வதுடன் மிகுந்த அளவிலான வெளிநாட்டு நாணயச் சேமிப்பிற்கும் வகை செய்கின்றது.

தொழில் வளர்ச்சிக்கான பிற்காலச் சக்தித் தேவைகளைக் கருத்தில் கொள்ளும் போது, அணு சக்தி பெரும் முக்கியத்துவத்தைப் பெறுகின்றது. இது வரை நமக்குத் தெரிந்த யுரேனியக் கையிருப்பு வளத்தினை (இது 73000 டன்கள் என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது)அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக்கனநீர் உலைகள் (PHWRs) வழியாகப் பயன்படுத்தி அணுசக்தி ஆக்க அளவான 15000 மெ.வா.மி. அடையலாம். அ.க.நீ.உ.களில் பெறக்கூடிய புளூடோனியத்தைக் குறைந்து வரும் யுரேனியம்-238 உடன் வேக உற்பத்தி உலைகளில் பயன்படுத்தலாம். இத்தகைய பயன்பாட்டினால், யுரேனியத்திலுள்ள சக்தி ஆற்றலைத் திறம்படப் பெறலாம். வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையைத் தொடர்ந்து 500 மெ.வா.மி. திறன் கொண்ட முன்னோடி வேக உற்பத்தி உலையினை (PFBR) உருவாக்குவதில் நமது கவனம் செல்லும். இத்தகைய உலைக்கான ஆரம்ப வடிவமைப்புகளும், உருவாக்குவதற்கான ஆய்வுகளும் ஏற்கனவே நடத்தப்பட்டுள்ளன.

இந்திய யுரேனியக் கழகம் (Uranium Corporation of India Ltd.)

இந்திய யுரேனியக் கழகம், யுரேனிய உலோகத் தாதுப் பொருள்களைத் தோண்டியெடுத்து, அரைத்து அதிலிருந்து யுரேனியத்தையும், துணை விளை பொருள்களாகத் தாமிரத்தையும் மாலிப்டினத்தையும் மேக்னடைட்டையும் உற்பத்தி செய்கின்றது.

ராகா யுரேனியம் மீட்பிக்கும் நிலையத்தில் உண்டாக்கப்பட்ட யுரேனியத் தாதுச் செறிவு, அதன் இலக்கு அளவிற்கும் அதிகமாகவே அமைந்தது. மேக்னடைட் செம்பு ஆகியவற்றின் ஆக்க அளவும் இலக்கு அளவை மிஞ்சி விட்டது.

இந்திய எலெக்ட்ரானிக்ஸ் கழகம்

இந்திய எலெக்ட்ரானிக்ஸ் கழகம் அணுக்கரு எலெக்ட்ரானிக் கருவிகளையும் உறுப்புக்களையும், சாதனங்களையும், வியாபார அளவில் ஆக்கம் செய்கின்றது. இக்கழகம் அணு சக்தித் திட்டங்களுக்குக் கருவிகளையும், கட்டுப்பாட்டுச் சாதனங்களையும், கணிப்பொறி அமைப்புகளையும் வழங்குகின்றது.

அணுக்கருப் பொருள்களை வெளி நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யும் நிலையில் இந்திய நாட்டின் திறன்

இந்திய அணு சக்தித் திட்டத்தின் 235 மெ.வா. அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலை வளரும் நாடுகளின் கவனத்தைக் கவர்ந்துள்ளது. ஏனெனில் இவ்வுலை அவர்களது சிறிய மின் வழங்கீடு அமைப்புகளுக்குப் பெரிதும் ஏற்றதாய் உள்ளது. வளர்ந்த நாடுகள் தற்காலத்தில் 900 மெ.வா.முதல் 1300 மெ.வா. அளவுள்ள பெரிய அளவினைக் கொண்ட உலைகளைக் கட்டுகின்றன. இப்பெரிய உலைகள் வளரும் நாடுகளின் தேவைக்கு ஏற்ப அமையவில்லை.

இந்தியத் தொழில் நுட்பத்தைப் பெற இந்தோனேஷியா, எகிப்து, லிபியா அல்ஜீரியா போன்ற நாடுகள் மிகவும் அக்கரை காட்டியுள்ளன. அனைத்து நாட்டு அணு சக்தி நிறுவனத்தின் ஆய்விலிருந்து அறிவது யாதெனில் 10இலிருந்து 25க்கும் மேற்பட்ட நாடுகள் 200இலிருந்து 500 மெ.வா. வரையில் திறனைக் கொண்ட அணு சக்தி நிலையங்களை வாங்க விரும்புகின்றன என்பதாகும். 200இலிருந்து 500 மெ.வா. திறன் கொண்ட நிலையங்கள் சிறிய அல்லது நடுத்தர சக்தி நிலையங்களாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. 235 மெ.வா. திறன் கொண்ட இந்திய உலையும் 440 மெ.வா. திறன் கொண்ட ரஷிய நாட்டு உலையும் சிறிய அளவினைக் கொண்டு வெற்றிகரமாய் இயங்கும் உலைகளாகும்.

நமது எரிபொருள் பற்றாக்குறையினை நாம் தீர்த்து விட்டோம். இயற்கை யுரேனியத்தையும் புளூடோனியத்தையும் இணைத்துக் கலப்பு ஆக்சைட் எரிபொருளை வெற்றிகரமாக உருவாக்கியதால், தாராபூர் நிலையத்திற்கு ஒருவேளை அமெரிக்க நாட்டினர் செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியத்தை வழங்காமற் போனால் நம்மால் அந்நிலையத்திற்கு ஒரு மாற்று எரிபொருளை வழங்க இயலும்.

அனைத்து நாட்டுத் தொடர்புகள்

அணுசக்தித் தொழில் நுட்பத்திலும் மூலப் பொருள்கள் ஆக்கத்திலும் உலகிலே மிகவும் முன்னேற்றமடைந்த நாடுகளில் ஒன்றாக இந்தியா இருப்பதனால் அனைத்து நாட்டு அணு சக்தி நிறுவனத்தின் (International Atomic Energy Agency) ஆளுநர்கள் குழுவில் இடம் பெற்றுள்ளது.

இந்தியாவின் தொழில் நுட்ப உதவித் திட்டத்தில் அனைத்து நாட்டு அணுசக்தி நிறுவனத்தின் உறுப்பு நாடுகளின் தொழில் நுட்பப் பணியாளர்களுக்குப் பயிற்சி அளிக்கின்றது. அந்நாட்டு அறிஞர்கள் இங்கு கற்றறிவதற்கு உதவித் தொகை அளித்து, அறிவியலார் வந்து செல்வதற்கு உதவியும் செய்கின்றது.

அணுசக்தியினை அமைதிக்காகப் பயன்படுத்தும் நோக்கங் கொண்ட இரு நாட்டு உடன்படிக்கைகளில் இந்திய நாடு, உடன்படிக்கை செய்து கொண்ட நாட்டின் அறிஞர்களுக்குப் பயிற்சி வசதிகளை அளிப்பதுடன் இவ்வுடன்படிக்கை செய்து கொண்ட நாடுகட்கு இந்திய வல்லுநர்களையும் அனுப்பி வைக்கின்றது.

நூலோதி

1. *Nuclear India*, Published by The Department of Atomic Energy, Vol. 23, 1985.
2. *Front line*. From The Publishers of The Hindu, Sept. 21 Oct 4-1985.

அணு உலை : அணுமின் நிலையம், கல்பாக்கம்.

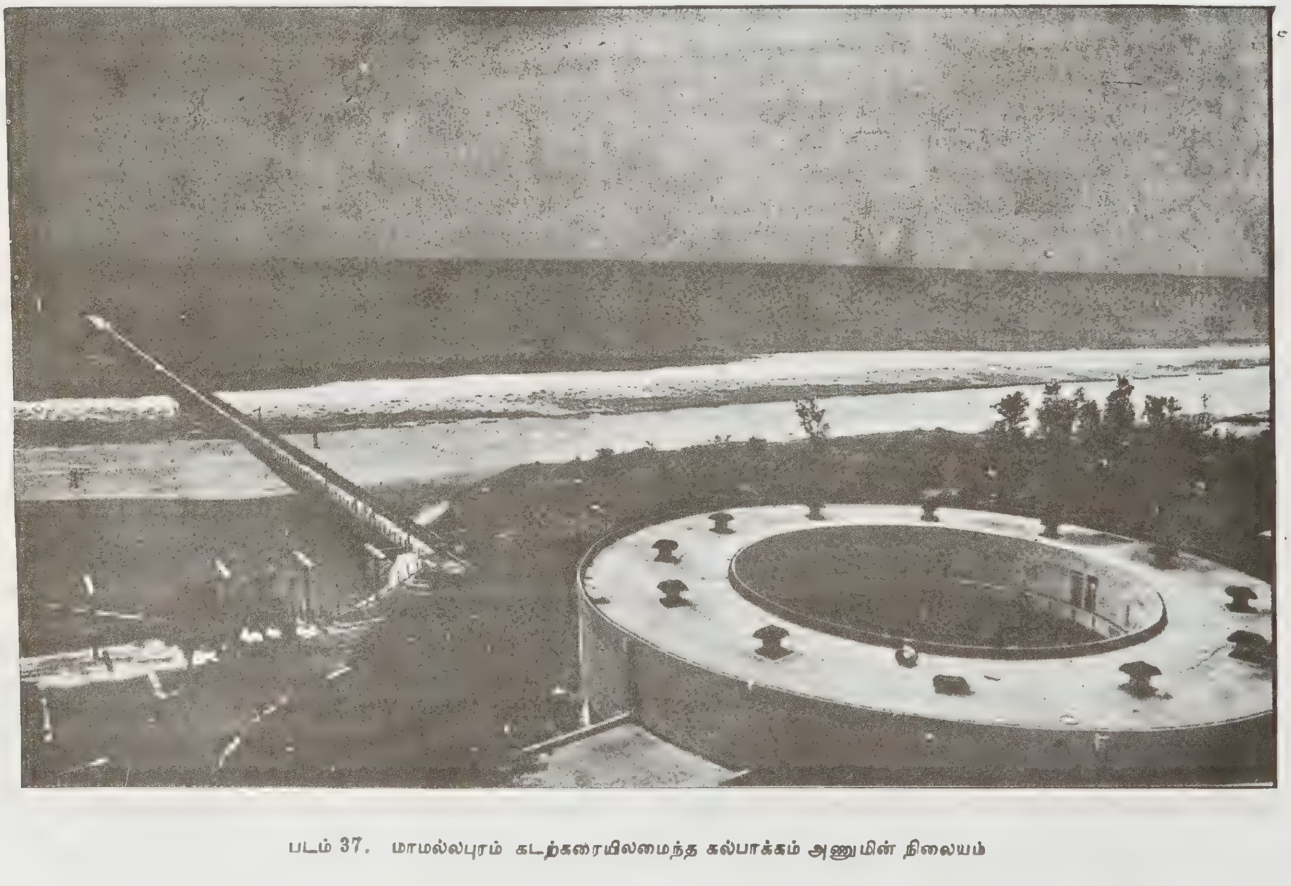
கல்பாக்கத்தில் அமைந்துள்ள 'சென்னை அணுமின் நிலையம்' இந்தியாவின் அணு மின் சக்தி உற்பத்தி நியலைமாகும். கல்பாக்கம் இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் சென்னையிலிருந்து தெற்கே சுமார் 60 கி.மீ. தொலைவில் அமைந்துள்ளது. கல்பாக்கம் அணுமின் நிலையத்தைப் படம் 37இல் காணலாம். இவ்வூர் மாமல்லபுரம் என்ற வரலாற்றுச் சிறப்பு மிக்க சுற்றுலாத் தலத்திற்கு அருகில் உள்ளது.

சென்னை அணுமின் நிலையத்தில் ஒவ்வொன்றும் 235 மெகா வாட் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் இரு அணு உலைகள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. கல்பாக்கம் அணுமின் நிலைய வெளித்தோற்றத்தினைப் படம் 38இல் காணலாம். இவற்றுள் முதல் அணு உலை 1983ஆம் ஆண்டு ஜூலை திங்கள் 23ஆம் நாள் இந்தியப் பிரதமர் திருமதி இந்திராகாந்தி அம்மையாரால் நாட்டிற்கு அர்ப்பணிக்கப்பட்டது.

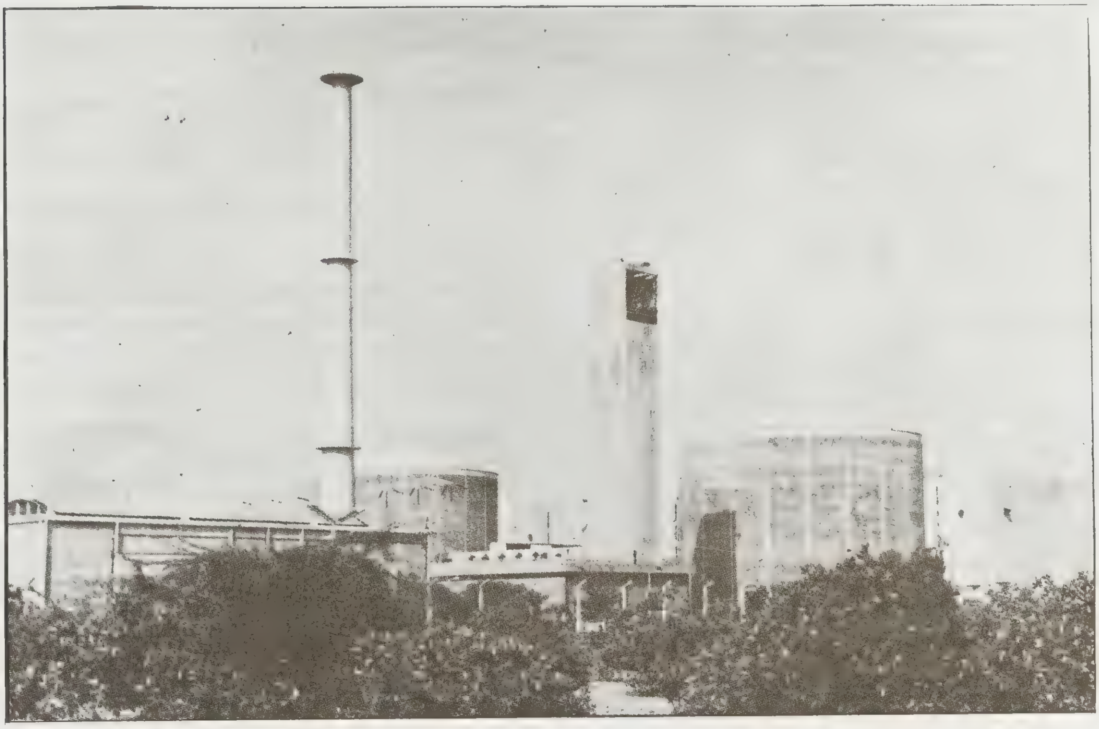
கல்பாக்கம் உலை

கல்பாக்கம் உலையினைத் தொடங்கிய முதல் நாளன்றே மூடவேண்டியதாயிற்று. பின்னர் இந்நிலையத்தின் செயற்பாடு நிலை நிறுத்தப்பட்டு நன்கு செயல்படத் தொடங்கிய பின்னரே நம் நாட்டின் மதிப்பு உயரலாயிற்று.

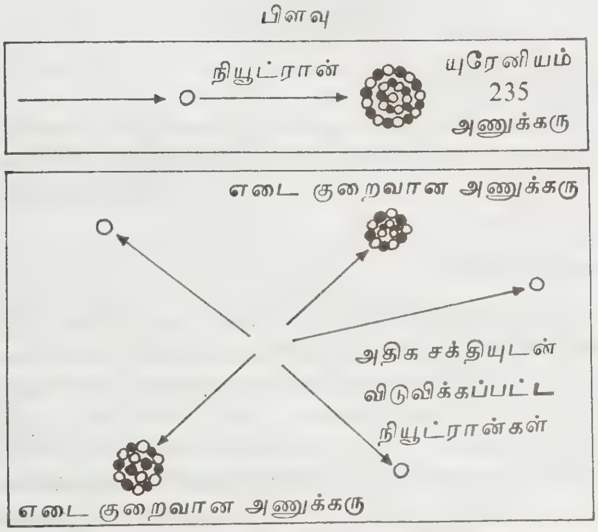
சென்னை அணுமின் நிலையம் நன்கு வேலை செய்து வருகின்றது. இந்நிலையம் உயர் ஆக்கக் கூறினை அடைந்துள்ளதென்பதை மக்களால் நம்பமுடியவில்லை. எப்போதேனும் ஒருமுறை உலையை மூட நேரிட்டால் அதற்கு மின்ஆக்கி அமைப்பின் அதிர்ச்சியே (Vibration of the Generator system) காரணமாகும். இவை இரண்டும் இயற்கை யுரேனியத்தை எரிபொருளாகக் கொண்டு இயங்குகின்றன. இயற்கை யுரேனியத்தில்



படம் 37. மாமல்லபுரம் கடற்கரையிலமைந்த கல்பாக்கம் அணுமின் நிலையம்



படம் 38. கல்பாக்கம் அணுமின் நிலைய வெளித்தோற்றம். மின் திறன் 2X235 மெகா வாட்



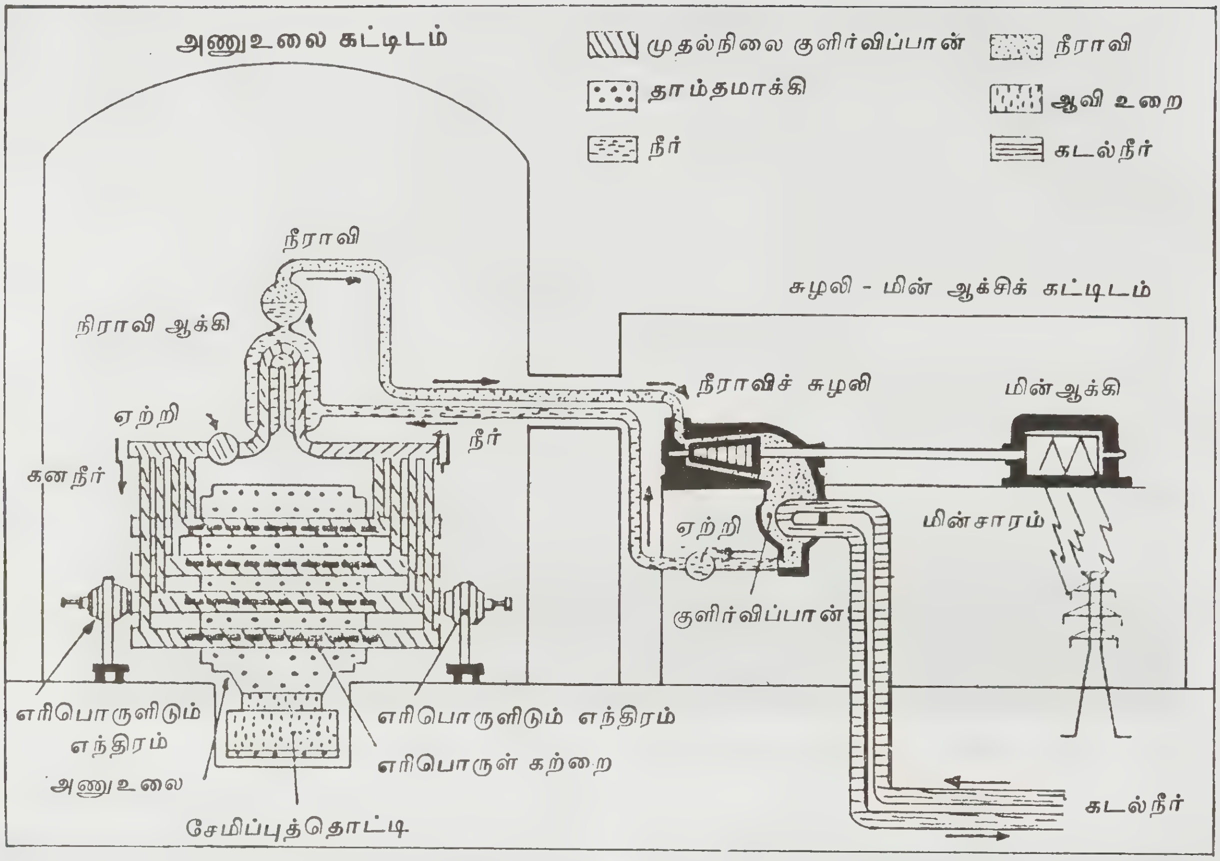
படம் 39 அணுக்கருப் பிளவில் ஓர் அணுவின் அணுக்கருவானது பிளவுபட்டு அதன் சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றது. U 235 அணுவின் அணுக்கருவானது மற்றோர் அணுக்கருவிலுள்ள நியூட்ரான் துகளினால் தாக்கப்படுகிறது. யுரேனியம் அணு பிளவுண்டு இரண்டு எடை குறைவான அணுக்கருக் களுடன் சக்தியையும் உண்டாக்குகின்றது. மேலும் இந் நிகழ்ச்சியில் அது தன்னிடம் கொண்டுள்ள சில நியூட்ரான் களையும் விடுவிக்கின்றது. இத்த நியூட்ரான்கள் மற்ற அணுக்கருக்களுடன் மோதித் தொடர் இயக்கத்தை உண் டாக்குகின்றன. வெளிவரும் நியூட்ரான்கள் மிக அதிக அளவான சக்தியைக் கொண்டுள்ளன. ஒரு பவுண்டு, யுரே னியம் - 235இல் உள்ள அணுக்களின் பிளவினால் கிடைக் கும்வெப்பம் 1,500 டன் நிலக்கரியை எரியவைத்துக் கிடைக் கும் சக்திக்குச் சமமாகும்.

U^{238}, U^{235} ஆகிய இருவகை ஓரகத் தனிமங்கள் உள்ளன. இயற்கை யுரேனியத்தில் 0.7% அளவில் U^{235} உள்ளது. நியூட்ரான்கள் U^{235} அணுக்கருக் களோடு மோதும் போது அணுப்பிளவு நிகழ்கின்றது. ஒவ்வொரு பிளவின்போதும் சராசரி 2.5 நியூட்ரான் களும், பிளவுத் துண்டுகளும், வெப்பமும் கதிரியக்கமும் வெளிப்படுகின்றன. அணு உலையில் நியூட்ரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்கத் தாமதப்படுத்தியாகக் கனநீர் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறு வேகம் குறைந்த நியூட்ரான்கள் மீண்டும் U^{235} இனைத்தாக்கி அணுப் பிளவு தொடர்ந்து நடைபெற்றுத் தொடர் இயக்கம் உண்டாகின்றது. அணுக்கருப்பிளவினைப் படம் 39இல் காணலாம்.

கனநீர் இரு டியூடெரியம் (Deuterium) அணுக்களா லும், ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவாலும் ஆக்கப் பெற்ற மூலக் கூறாகும். டியூடெரியம் என்பது ஒரு புரோட்டானும் ஒரு நியூட்ரானும் அடங்கிய அய்ட்ரஜன் ஓரகத் தனிமம் ஆகும். கனநீர் சாதாரண நீரைவிட 1.1 மடங்கு அடர்த்தி மிகுந்தது.

அணு உலைப் பகுதிகள்

அணு உலை 40 மீட்டர் விட்டமும், 51 மீட்டர் உயர மும் கொண்ட உருளை வடிவக் கட்டமைப்பில் (Cylindrical structure) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இக் கட்டிடம் 1.1 கிலோ கிராம்/ச.செ. மீட்டர் அழுத்தத் தைத் தாங்கக் கூடிய 61 செ.மீ. பருமனுள்ள முன் னழுத்தங் கொண்ட காங்கிரீட் சுவரினால் ஆனது. இதன் வெளிப்புறத்தில் சிறிது இடைவெளி விட்டு



படம் 39. அ. சென்னை அணுமின் நிலையம் விளக்கப் படம்

71 செ.மீ. பருமனுள்ள கல்சுவர் ஒன்று எழுப்பப்பட்டுள்ளது.

உள் அமைப்பு

அணு உலையின் காலண்ட்ரீயா பகுதி துருப்பிடிக்காத எஃகினால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. அணு உலைக் கலம் 6.05 மீட்டர் விட்டமும், 5.07 மீட்டர் நீளமும் கொண்ட உருளையாகும். இக்கலம் கிடைமட்டமாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. உலைக்கலனின் இருபுறமும் கதிர்வீச்சுத் தடைக்காப்புகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. உலைக் கலன் வழியாகவும், தடைக் காப்புகள் வழியாகவும் 306 எரிபொருட் குழாய்கள் செல்கின்றன. படம் 39ஐக் காண்க.

எரிபொருட் குழாய் சிர்கோனியா உலோகக் கலப்பால் ஆனது. ஓர் எரிபொருட் குழாயில் 12 எரிபொருட் கற்றைகளும், ஓர் எரிபொருட் கற்றையில் 19 எரிபொருள் தண்டுகளும், ஓர் எரிபொருள் தண்டில் 24 யுரேனியம் ஆக்சைடு துண்டுகளும் அடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. உலைக்கலன் முழுவதும் கனநீரால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். அணு உலையிலுள்ள கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களை உயர்த்தியோ தாழ்த்தியோ, உலையின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். அணுஉலை இயங்காத நிலையில் கனநீரானது உலைக்கலனின் அடிப்பகுதியில் அமைந்துள்ள தொட்டியில் சேமிக்கப்படும். எரிபொருள் கற்றைகளை அணு உலையில் இடுவதற்கும் வெளியில் கொண்டு வருவதற்கும் தொலைவிலிருந்து இயக்கக் கூடிய எரிபொருள் இடும் பொறிகள் (Fuelling machines) உள்ளது.

வெப்ப மாற்றம்

அணு உலை செயல்பட 56 டன் எடையுள்ள இயற்கை யுரேனியம் எரிபொருளாகவும், 235 டன் எடையுள்ள கனநீர் தாமதப்படுத்தியாகவும், குளிர்விப்பானாகவும் தேவையாகின்றன. 235 மெகா வாட் மின்சாரம் ஆக்கம் செய்ய நாளொன்றுக்கு 100 கிலோ கிராம் எடையுள்ள யுரேனியம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. கனநீர் எரிபொருள் கற்றைகளைச் சூழ்ந்து ஓடி அணுப்பிளவால் வெளிப்படும் வெப்பத்தைப் பெற்று நீராவி ஆக்கிக்குக் கொண்டு செல்கின்றன.

கனநீர், அணு உலையின் முதன்மைக் குளிர்விப்பானாகச் செயல்படுகின்றது. இங்கு கனநீர் தன் வெப்பத்தை இரண்டாம் நிலைக் குளிர்விப்பானான (Secondary coolant) மென்னீருக்கு அளித்து வெப்பம் இழந்த பின்னர் மறுபடியும் அணு உலைக்குத் திரும்புகின்றது. பாலாற்று நீர் மென்னீராகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வெப்பத்தை பெற்ற மென்னீர் ஆவியாக்கப்பட்டுச் சுழலியைச் (Turbine) சுழல்வித்து, மின் ஆக்கியிலிருந்து மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுகின்றது. சுழலியில் ஆற்றல்

இழந்த நீராவியை, நீராவியைக் குளிரவைக்கும் அமைப்பில் குளிரச் செய்ய நிமிடத்திற்கு சுமார் 7.5 இலட்சம் லிட்டர் அளவுள்ள கடல் நீர் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இவ்வாறாகக் குளிர்விக்கப்பட்ட ஆற்று நீர் மீண்டும் நீராவி ஆக்கியில் வந்தடைந்து, வெப்பத்தைக் கடத்தும் பணியைத் தொடர்கின்றது.

கதிரியக்கக் கழிவினை அப்புறப்படுத்துதல்

எரிக்கப்பட்ட எரிபொருள் கற்றை, கதிர்வீச்சையும், வெப்பத்தையும் கொண்டுள்ளதால், அதனை அணு உலையிலிருந்து அகற்றியபின் குளிர்விக்கும் பொருட்டு, எரிபொருள் சேமிப்புக் கட்டிடத்தில் பாதுகாப்பாக நீரினுள் ஆழ்த்தி வைப்பர்.

அங்கிருந்து அது கல்பாக்கத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள மீள்பதப்படுத்தும் நிலையத்திற்கு (Re-processing plant) அனுப்பி வைக்கப்படுகின்றது. கதிர்வீச்சுத் திடக் கழிவுப் பொருள்கள் துருவேறா எஃகினாலும் கான்கிரீட் கலவையாலும் செய்யப்பட்ட கலனில் இடப்பட்டுப் பூமிக்கடியில் புதைக்கப்படும்.

திரவக் கழிவுப் பொருள்களுடன் தேவையான அளவில் நீர் சேர்க்கப்பட்டு அவை கடலுக்குள் செலுத்தப்படும். அணு உலையிலிருந்து வெளியாகும் கதிரியக்கம் (Radio activity) கொண்ட ஆவிக் கழிவுப் பொருளின் கதிரியக்க அளவு குறைக்கப்பட்ட பின்னர் அதற்கென அமைக்கப்பட்டிருக்கும் 100 மீட்டர் உயரமுள்ள போக்குக் குழாய் மூலம் அது காற்றில் கலக்க விடப்படுகின்றது. இவ்வாறு சுற்றுப் புறத்தில் கதிரியக்கம் கலப்பதால் காய்கறி, பால், மீன், இறைச்சி ஆகியவற்றில் அது கலந்துவிடக்கூடிய கதிரியக்கத்தின் அளவைக் கண்காணிக்க ஒரு பாதுகாப்புக் குழு நிறுவப்பட்டுள்ளது.

சென்னை அணு மின் நிலையத்தின் முதல் பிரிவு 1984ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 27ஆம் நாள் வணிக முறையில் மின் ஆக்கம் செய்யத் தொடங்கியது.

சென்னை அணுமின் நிலையத்தின் முதல் பிரிவுக்கு ரூபாய் 118 கோடி செலவிடப்பட்டது.

நூலோதி

1. *New Encyclopaedia of Science*, Vol 10. © Orbis Publishing, Ltd, 1979.
2. *Front Line*, from the Publishers of The Hindu Sept. 21-Oct.4-1985.

அணு உலை கல்பாக்கம் II

1983ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் அணு சக்தித் துறை, 235 மெ.வா. திறன் கொண்ட முதல் தொகுதியைக் கல்பாக்கத்திலுள்ள சென்னை அணுமின் நிலையத்தில் வெற்றிகரமாகத் தொடங்கியது. இம்முதல் அணுசக்தி உலை முழுவதும், இந்தியத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி வடிவமைத்துக் கட்டப்பட்டதாகும். பொகாரன் அணுகுண்டு வெடிப்பினால், வெளி நாட்டினர் உதவி முழுவதும் நிறுத்தப் பட்டதால் கடினமானதொரு காலத்தை நாம் கடக்க வேண்டியதாயிற்று.

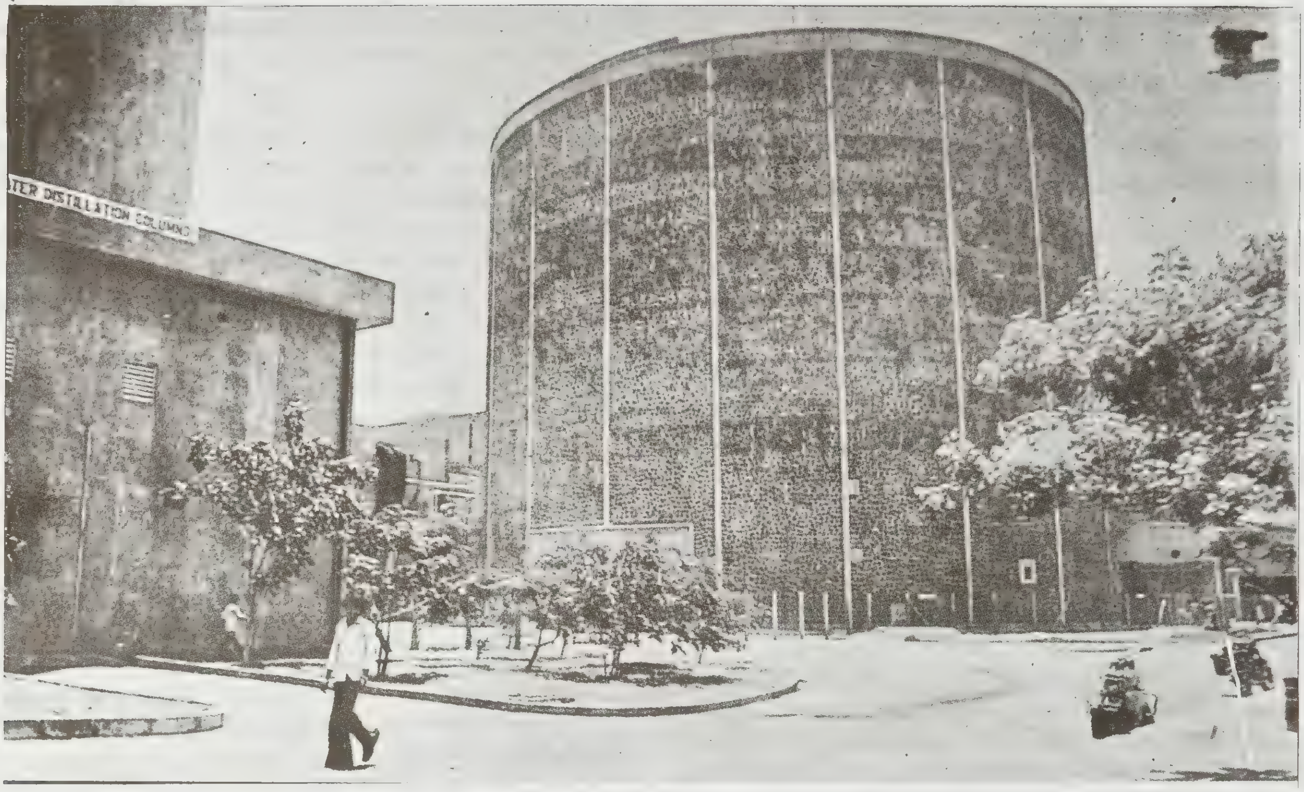
1985 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் கல்பாக்கத்தின் இரண்டாவது உலை நெருக்கடி நிலையை அடைந்த போது, அணு சக்தித் திட்டத்தில் புதிய ஆர்வம் நம்மிடையே தோன்றியுள்ளது. சென்னை அணுசக்தித் திட்டத்தின் இரண்டாம் உலை நெருக்கடி நிலை அடைந்த பின்னர் முதற்கட்ட உற்பத்தியைத் தொடங்கியுள்ளது. இவ்விரண்டாம் உலை முதல் உலைக் கட்டமைப்பினைப் போன்றே சில மேம்பாடுகளுடன் கட்டப்பட்டுள்ளது. இதனால் இந்நூற்றாண்டு இறுதிக்குள் 10,000 மெ.வா. அணு மின் சக்தி அளவினை அடையும் நோக்குடன் நாம் முயன்று வருகின்றோம்.

மாமல்லபுரம் கடற்கரைக் கோவிலுக்குத் தெற்கே 250 ஹெக்டேர் பரப்பில் அமைந்துள்ள சென்னை அணுசக்தித் திட்டத்தின் இரண்டாவது உலை 1985 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் 12ஆம் நாள் வெற்றிகரமாகத் தொடங்கப்பட்டது. சென்னை அணு சக்தித் திட்டத்தின் இரண்டாவது உலையைப் படம் 40 இல் காணலாம். உலை உட்பகுதிக்குள் நியூட்ரான் இயக்கம் நெருக்கடி அளவிற்குச் சிறிது சிறிதாக உயர்த்தப்பட்டு நெருக்கடி நிலை உண்டாக்கப்பட்டு அணுக்கருத் தொடர் இயக்கம் தொடரப்பட்டது. இரண்டாம் தொகுதி முதல் தொகுதியைப் போன்றதாகும். ஆனால் அதன் முனைக் காப்பீட்டிற்கான (End shield) பொருள் மட்டும் மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளது.

1984 ஆம் ஆண்டில் இயங்கத் தொடங்கிய உலகிலுள்ள 40 அணு உலைகளைக் கட்டி முடிக்க $8\frac{1}{2}$ ஆண்டுகளாயின. ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளிலுள்ள உலைகளைக் கட்டி முடிக்கச் சராசரியாக 13 ஆண்டுகள் ஆயின. ஆனால் ஃபிரான்சு நாட்டினர், தங்கள் ஆறு உலைகளையும் ஆறு ஆண்டுக் காலத்திற்குள்ளேயே கட்டி முடித்தனர்.

இயற்கை யுரேனியத்தை எரிபொருளாகக் கொண்டு அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலைகளைக் (Natural uranium fuelled pressurised heavy water reactor) கட்டும் உலகின் சில நாடுகளில் இந்தியா ஒன்றாகும். மற்ற நாடுகள் செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியத்தை எரிபொருளாகக் கொண்ட மென்னீர் உலைகளைக் (Light water reactors) கட்டியுள்ளனர்.

1950 ஆம் ஆண்டின் பிற்பகுதியில் இந்தியா தனது அணுசக்தித் திட்டத்தைத் தொடங்கியபோது அந்நேரத்தில் உலகில் இயக்க நிலையில் இருந்த மூன்று வகையான உலைகளிலிருந்து ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டிய நிலையிலிருந்தது. அதாவது இங்கிலாந்து நாட்டின் வாயுக் குளிர்விப்பு உலை (Gas cooled reactor), அமெரிக்க நாட்டின் மென்னீர் உலை (Light



படம் 40. சென்னை அணுசக்தித் திட்டம் IIஇன் உலைக் கட்டிடம்

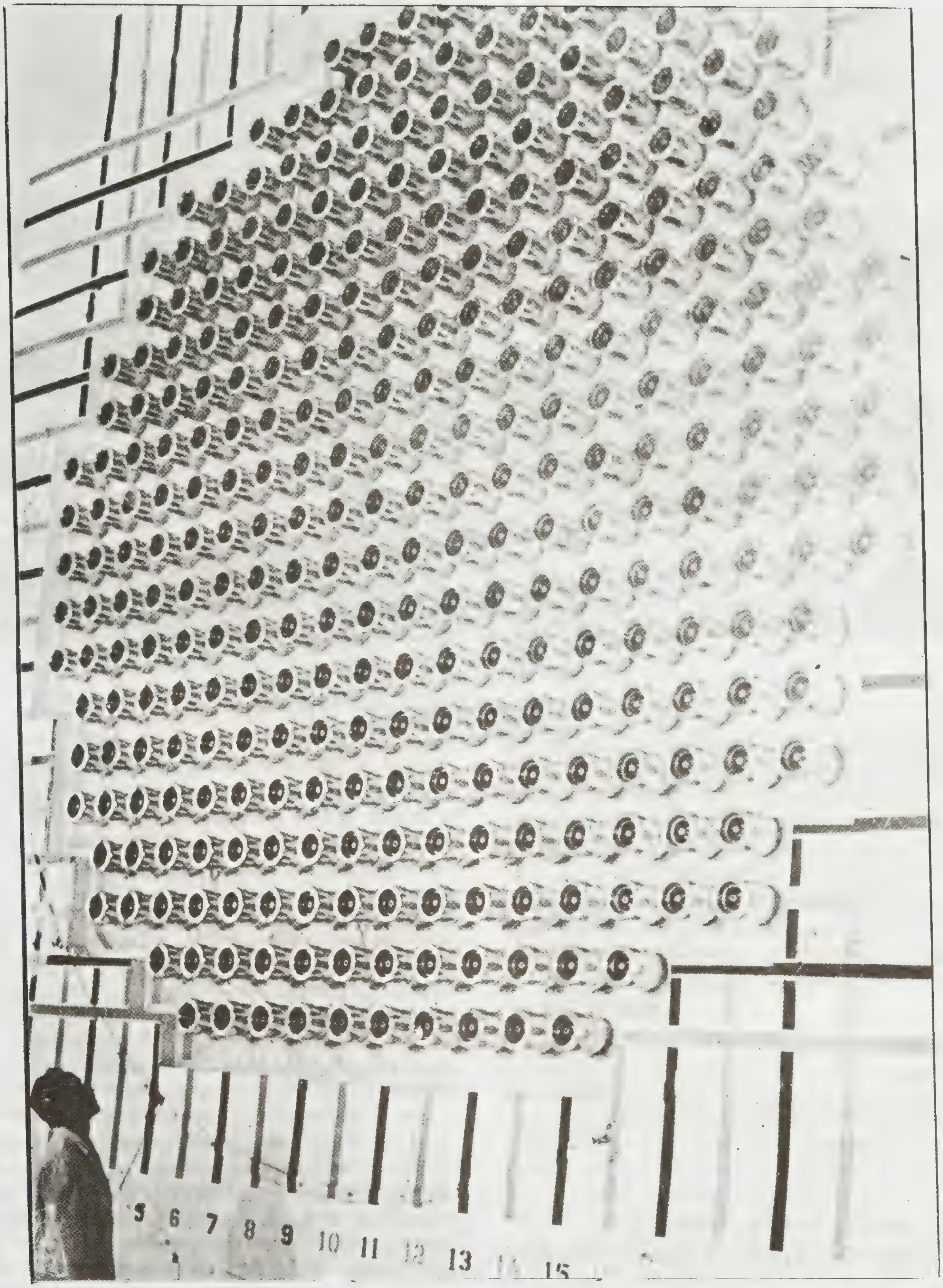
water reactor) கனடா நாட்டின் கனநீர் உலை ஆகிய இம் மூன்று வகையான உலைகளில் நாம் ஏதேனும் ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டிய நிலைக்கு உட்படுத் தப்பட்டோம். விரிவான ஆய்விற்குப் பின்னர், இந்திய நிலைக்கு மிகவும் ஏற்றதான காண்டு அமைப்பு (Candu system) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. மென்னீர் உலை யைக் காட்டிலும் காண்டு உலையில் யுரேனியத்தி லிருந்து மிகுந்த அளவில் புளூடோனியத்தைத் தயாரிக் கலாம். இது நமது பரந்த எல்லையினைக் கொண்ட திட்டங்களுக்கு ஏற்றதாய் அமைந்தது.

நம் நாட்டிலேயே கிடைக்கும் 70,000 டன் அளவி லான யூரேனிய மூலப் பொருளுக்கு அழுத்தக் கட்டுப் பாட்டுக் கனநீர் உலையே சிறந்ததாக அமைகின்றது. இவ்வுலையில் பிளவுறும் ஓரகத் தனிமமான 235U இயற்கை யுரேனியத்தில் 0.7% அளவில் இருந்தாலும், நியூட்ரானால் தாக்கப்படும்போது பிளவுண்டு சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றது. இச்சக்தியே மின் ஆக்கம் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உலையினுள் மிக வேகத்துடன் செல்லும் நியூட்ரான்களின் வேகத்தைக் கன நீரைப் பயன்படுத்தி தாமதிக்கச் செய்யும்போது பிளவுகள் நிலைத்த தொடர் அளவைக் கொண்டு அமைகின்றன.

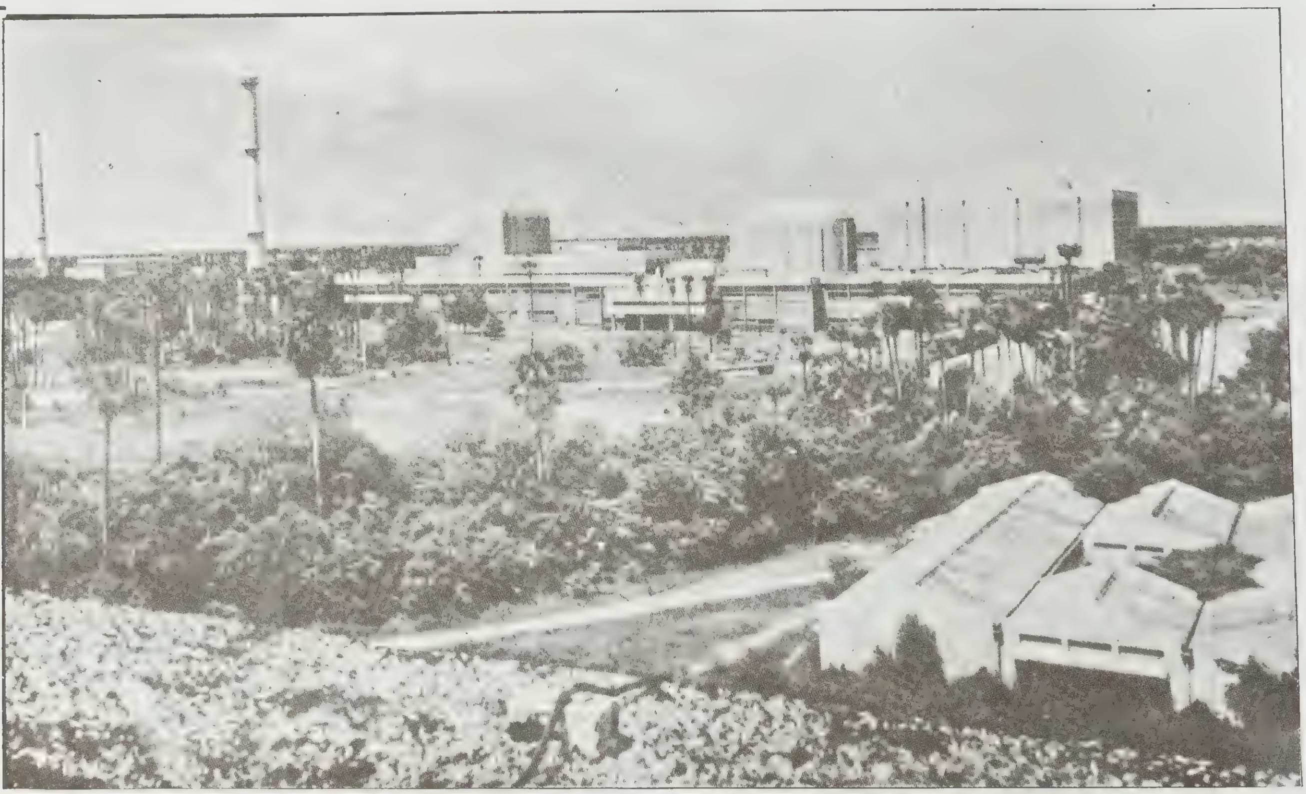
1982 ஆம் ஆண்டு ராஜஸ்தான் அணு மின் நிலை யத்தின் முதல் தொகுதியின் முனைக் காப்பீட்டில் (End shield) காணப்பெற்ற பிளவுகளினால், மூன்று ஆண்டு களாக இவ்வுலை மூடப்பட்டது. ஆனால் ராஜஸ் தான் அணு மின் நிலையத்தின் இரண்டாவது உலை நம்பத்தக்க முறையில் கடந்த மூன்றாண்டுகளாக இயங்கி வருகின்றது. கல்பாக்கம் அணுமின் நிலையத் தின் முதல் தொகுதியின் நல்லதொரு இயக்கம் நம் மிடையே நம்பிக்கையை ஊட்டியுள்ளது.

கல்பாக்கத்தின் முதல் தொகுதி 1983 ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் நெருக்கடி நிலையினை அடைந்தது. இதனுடைய சுழலியில் (Turbine) ஏற்பட்ட அதிர் வினால் 1985 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் மூன்று திங்கள் வரை இவ்வுலையினை மூட வேண்டியதா யிற்று.

கல்பாக்கத்தின் இரண்டாவது தொகுதிக்காக உலை யின் முனைக் காப்பீடு துருப்பிடிக்காத எஃகினால் ஆக்கப்பட்டதாகும். ஆனால் ராஜஸ்தான் உலை களின் முனைக் காப்பீடும், கல்பாக்கம் முதல் தொகுதிக் கான உலையின் முனைக் காப்பீடும் கார்பன் எஃகினால் ஆக்கப்பட்டவையாகும். இக் கார்பன் எஃகு சில ஆண்டுகளில் எளிதில் உடையக் கூடிய தன்மையை அடைகின்றது. துருப்பிடிக்காத எஃகு கதிர்வீச்சினைத் தாங்குவதற்கு ஏற்றதாய் அமைகின்றது. சென்னை அணுசக்தித் திட்டம் II இன் யுரேனியம் எரிபொருட் கோல்களின் வரிசையினைப் படம் 41இல் காணலாம்.



படம் 41. சென்னை அணுசக்தித் திட்டம் II இன் யுரேனியம் எரிபொருட் கோல்களின் வரிசை



படம் 42. வேக உற்பத்திச் சோதனை உலை, கல்பாக்கம்

எவ்வாறிருப்பினும் கல்பாக்கத்தின் இரண்டாம் தொகுதிக்கான உலை, முதல் தொகுதியின் பல பண்பு களைக் கொண்டதாய் உள்ளது. இரண்டாவது உலை யும் முதல் உலையைப் போன்று திறம்பட வேலை செய்யும்போது நாம் பெரியதொரு சாதனையை அடைந்துள்ளோம் எனக் கருத வேண்டும்.

கல்பாக்கம் இரண்டாம் தொகுதியின் இயக்கமும், நரோராவில் அமைக்கப்படும் இரு தொகுதிகளின் இயக்கமும் அணுசக்தித் துறைக்கு பெரியதொரு ஊக்கத்தை வழங்குவனவாக இருக்கும்.

எ.ஸ்ரீ. & ஜெ. சு.

நூலோதி

Front line

From the Publishers of The Hindu

Sept 21-oct 4-1985

அணு உலை: வேக உற்பத்திச் சோதனை உலை, கல்பாக்கம்

அணு சக்தித் துறையின் மற்றுமொரு சாதனை கல் பாக்கம் அணுக்கரு மையத்தில் ஒரு மூலையிலமைந்த வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையாகும். கல்பாக்கம் வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையினை (Fast breeder test reactor) படம் 42இல் காணலாம். இத்தகைய உலைகள் அடுத்த நூற்றாண்டு மத்திக்குள் நம்நாட்டின் சக்தித் தேவைகளை நிறைவு செய்யுமென எதிர்பார்க் கப்படுகின்றது.

இவ்வேக உற்பத்திச் சோதனை உலை 14 மெகா வாட் திறன் கொண்டதாகும். இவ்வுலையில், இந்திய நாட்டினராலே உருவாக்கப்பட்ட புளூடோனியம்-யுரே னியம் கார்பைட் எரிபொருள் பயன்படுத்தப்படு கின்றது. இவ்வுலை 1985 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் திங்கள் 18ஆம் நாள் இரவு 10.03 மணியளவில் நெருக் கடி நிலையினை அடைந்தது. எரிபொருட் கோல் களின் கடைசிக் கோல் அல்லது துணைக் கூட்டமைப்புக் களை உலையினுள் இறக்கும்போது, உலையினுள் போதிய நியூட்ரான் இயக்கம் உண்டாகித் தன்னியல் பாய்த் தொடரக்கூடிய தொடர் இயக்கம் உண்டா கிறது. இவ்வுலையினை நெருக்கடி நிலைக்குக் கொண்டு வந்துவிட்டதால் வேக உற்பத்தி உலையினை இயக்கும் உலக நாடுகளில் ஏழாவது நாடாகவும், வளர்ச்சியடை யும் உலக நாடுகளில் முதன்மையான நாடாகவும் இந்தியா இடம்பெறுகின்றது. தற்போது 10 வேக உற் பத்தி உலைகள், ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளிலும், ரஷி

யாவிலும், ஃபிரான்சிலும், ஜப்பானிலும், இங்கிலாந்திலும், மேற்கு ஜெர்மனியிலும் இயக்கப்பட்டு வருகின்றன. இவையாவும் கல்பாக்கத்திலுள்ள வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையைப் போன்று சோதனை செய்யவும், எரிபொருள்கள், உலையில் பயன்படுத்தும் பொருள்கள், உலை உறுப்புகள் இவற்றைச் சோதிப்பதற்கு ஏற்றவாறும் கட்டப்பட்டுள்ளன.

ஆரம்ப நிலையில் இவ்வேக உற்பத்திச் சோதனை உலை, உலை இயற்பியல் சோதனைகளைச் செய்வதற்கு ஏற்றாற் போன்று குறைந்த சக்தி நிலையில் இயக்கப்படும். நீராவி ஆக்கியினையும் சுழலியையும் இணைக்கும்போது (1986ஆம் ஆண்டுநடுவில் இணைக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது) இவ்வுலை 14 மெ.வா. மின்சக்தியினை உண்டாக்கும். இவ்வுலையில் சோடியம் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தொடக்கத்தில் பிரான்சு இவ்வுலைக்கான அடிப்படை வடிவமைப்பினையும், சில உறுப்புகளின் மாதிரிகளையும் கூடத் தந்து உதவியது. இவ்வுலை 68 கோடி ரூபாய் செலவில் கட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வடிவமைப்பின் மேம்பாடுகளும், பல்வேறு உறுப்புகளும் இந்திய நாட்டிலேயே செய்யப்பட்டவை. சோடியத்தினைக் கையாளுவதற்கான தொழில் நுட்பம் கல்பாக்கம் உலை ஆராய்ச்சி மையத்திலேயே (Reactor research centre) உருவாக்கப்பட்டது. சோடியம், அறைவெப்ப நிலையில் திடப்பொருளாக உள்ளது; ஆனால் 98° செ. வெப்பநிலையில் நீர் போன்று பாய்கின்றது. சோடியம் உயர் வினைப்படும் பொருளாகும். சோடியம் காற்றிலோ ஈரத்திலோ இருக்கும்போது வினைபுரிந்து வெடித்துத் தீப்பிடிக்கும். வேக உற்பத்தி உலையில் சோடியம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பொருளாக அமைகின்றது.

கடந்த 35 ஆண்டுகட்கும் மேலாக, அமெரிக்கா, ரஷியா, பிரான்சு போன்ற நாடுகள் மிகுந்த அளவில் செலவு செய்து விஞ்ஞான நுட்பத்தைக் கையாண்டு வேக உற்பத்தி உலைகளை (Fast breeder reactors) வழக்கமான வெப்ப உலைகளுக்கு (Thermal reactors) அடுத்தபடியாக உருவாக்கி வருகின்றன. இவ்வெப்ப உலைகள் யுரேனியத்தைப் பயன்படுத்துவதில் திறம் குறைந்தனவாயும், கையிருப்பு எரிபொருள் வளங்களை இனிவரும் 50 ஆண்டுகளுக்குள் தீர்வடையச் செய்வனவாயும் உள்ளன.

இந்திய அணுசக்தித்துறை நம்மிடமுள்ள யுரேனியக் கையிருப்பு வளம் 15000 மெ.வா. திறன் அளவுள்ள கனநீர் உலையினை அடிப்படையாகக் கொண்ட திட்டங்களுக்கு, 30 ஆண்டுகள் வரையிலும் தாங்கக் கூடியதென மதிப்பிட்டுள்ளது. கி.பி. 2000 ஆண்டில் 10000 மெ.வா. திறனை அடையும்போது, அப்போது நம்மிடம் இருக்கும் எஞ்சியுள்ள யுரேனியக் கையிருப்பு வளம் சிறிதளவே இருக்கும்.

வேக உற்பத்தி உலைகள் இக்கால எல்லையினை நீட்டிக்கின்றன. யுரேனியத்தின் ஒவ்வொரு பொருளளவு அலகிலும் (Unit mass) 60 இலிருந்து 70 மடங்கு கூடுதல் அளவு சக்தியினை இவ்வேக உற்பத்தி உலைகளினின்று பெறுவதால், இந்தியாவிற்கு வேக உற்பத்தி உலைகள் தீர்வடையாத சக்தி மூலத்தை வழங்குகின்றன. இத்தகைய உலைகளின் வழியாகத் தற்போது நிறுவப்பட்டுள்ள மொத்த அளவினைப் போன்று 6 மடங்கு அளவான 2,50,000 மெ.வா.மின் ஆக்க அளவினை நம்மால் அடைய இயலும்.

1969 ஆம் ஆண்டு ஃபிரான்சு நாட்டு உதவியுடன் இந்தியா 14 மெ.வா. சோதனை வேக உற்பத்தி உலையினைக் (Test fast breeder reactor) கட்டத் தொடங்கியது. இவ்வுலை - நீராவி ஆக்கியின் (Steam Generator) அடிப்படை வடிவமைப்புகள் ஃபிரான்சு நாட்டினரிடமிருந்து பெறப்பட்டுக் கட்டுமான வேலைகள் 1972 ஆம் ஆண்டு தொடங்கப்பட்டன. பொகாரன் (Pokhran) அணுகுண்டு வெடிப்பிற்குப் பின்னர் ஃபிரான்சு நாட்டின் உதவி நிறுத்தப்பட்டதால், இவ்வுலையின் கட்டுமானம் நமக்கு ஓர் அசாதாரண நிலையை உருவாக்கியது.

சில நாடுகள் வேக உற்பத்தித் திட்டத்தைச் செயல்படுத்த வேண்டுமா அல்லது வேண்டாமா என்று இன்னும் யோசித்துக்கொண்டுள்ளன. செய்தித்தாள்களிலிருந்து ஐரோப்பிய நாட்டினர் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு வேகஉற்பத்தி உலையினைக் கட்டத்தீர்மானித்துள்ளனரென்றும், இத்திட்டத்தின் தொழில் நுட்ப முக்கியத்துவத்தையறிந்து அமெரிக்க நாட்டினரும் இதில் சேர்ந்து கொள்ள விரும்புகின்றனர் என்றும் அறிகின்றோம். ஃபிரான்சு நாட்டினுடைய வேக உற்பத்தி உலையான பீனிக்ஸ் (Phoenix) 10 ஆண்டுகள் வரை வேலை செய்துள்ளது. வெளிநாட்டினர் நம்நாட்டின் வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையினை நாமே கட்டி முடிப்போம் என எதிர்பார்க்கவில்லை. நாம் நீர்மச் சோடியத் தொழில் நுட்பத்திற்கான அனுபவத்தைப் பெற வேண்டிய நிலையிலிருந்தோம். அது இப்போது பெறப்பட்டு விட்டது. உலைக்கான எரிபொருள் மற்றொரு பிரச்சினையாக இருந்தது. அதுவும் இப்போது தீர்க்கப்பட்டுவிட்டது.

இந்தியா கார்பைட் எரிபொருளைப் பயன்படுத்தும் முதல் நாடாக அமைந்துள்ளது. கார்பைட் எரிபொருளின் நன்மை யாதெனில், அதன் வழியாகச் சிறிதளவு கூடுதலான உற்பத்தி வீதத் தொடர்பினைப் (Slightly higher breeding ratio) பெறலாம். சிறிதளவு கூடுதலான உற்பத்தி வீதத் தொடர்பினைப் பெறும்போது, தோரியத்தைப் பொருளாதாரத்திற்கு உகந்த வகையில் பயன்படுத்த முடிகின்றது. தற்போது இதற்கான பொருளாதாரத் திட்பத்தை எவரும் அறியவில்லை. எனவே கல்பாக்கம் உலை பொருளாதாரத்தைச் சார்ந்த வகையிலும், உற்பத்தித்தொழில் நுட்பத்திலும், பிற்கால உலை அமைப்புகளுக்கும் ஒரு முக்கிய

சோதனை உலையாக அமைந்துள்ளது. இந்தியாவைப் பொறுத்தவரை வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையை நாம் தனித்தே கட்ட வேண்டிய நிலையில் உள்ளோம். ஐரோப்பாவைப் பொறுத்தவரை, ஓர் ஐரோப்பிய நாடு மற்றோர் நாட்டுடன் கலந்தாலோசித்து முடிவெடுக்க வாய்ப்புள்ளது. ஆனால் நாம் தனிமைப் படுத்தப்பட்டுள்ளோம். எனவே நாம் புதிய முறைகளை நம் நாட்டில் உருவாக்குகின்றோம். சோதனை உலை இதற்கு ஒரு சிறந்த சான்றாகும்.

இந்திய அறிவியலாளரின் மிகக் குறிப்பிடத்தக்க சாதனையாக அமைவது எரிபொருள் உருவாக்கமாகும். உலகத்தில் மற்றெங்கிலும் உள்ள வேக உலைகள் 70 சதவீத அளவில் யுரேனியம் ஆக்சைடும் 30 சதவீத அளவில் புளூடோனியம் ஆக்சைடும் கொண்ட கலவையினாலான செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியத்தைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஆனால் இந்திய நாட்டின் வேக உற்பத்தி உலைக்கான எரிபொருள் நம் நாட்டிலேயே தயாரிக்க வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது. பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையத்தில் இதற்கு மாறாக 70 சதவீத புளூடோனியம் ஆக்சைடும், 30 சதவீத யுரேனியம் ஆக்சைடும் கொண்ட கலப்பினை உருவாக்கியுள்ளனர். ஆனால் ஆரம்பச் சோதனைகளில் இந்த ஆக்சைட் எரிபொருள் சோடியத்திற்கு ஏற்றதாக அமையவில்லை. சோடியமானது உலையில் குளிர்விப்பானாகக் கையாளப் படுவதற்குக் கடினமான நீர்ம உலோகமாகும்.

இந்திய நாட்டில் யுரேனியச் செறிவூட்டத்திற்கேற்ற வசதிகள் இல்லாததாலும், கட்டுப்பாடுகள் இல்லாமல் வெளி நாட்டிலிருந்து எரிபொருளை வாங்கக் கூடிய நிலை இல்லாததாலும், புளூடோனியம்-இயற்கை யுரேனியம் கார்பைட் கலப்பு எரிபொருள் உருவாக்கப் பட்டது. இந்தியா சுரங்கத்திலிருந்து இயற்கை யுரேனியத்தைப் பெறுகின்றது. வழக்கமான கனநீர் உலைகள் புளூடோனியத்தைத் துணைவிளை பொருளாக உண்டாக்குவதால், புளூடோனியம்-இயற்கை யுரேனியம் கார்பைட் கலப்பு எரிபொருளை இந்திய நாட்டிலேயே தயாரிக்க முடிந்தது.

இவ்வேக உற்பத்தி உலையின் தனித்தன்மை யாதெனில், அதன் பெயர் குறிப்பிடுவது போல அதன் உற்பத்தித் திறனும், அது எரிபொருளை உட்கொள்ளுவதற்கும் மேலாக அதிக அளவில் சக்தி மிக்க எரிபொருளான புளூடோனியத்தை உற்பத்தி செய்வதும் ஆகும். சென்னை அணு சக்தித் திட்டத்தில் பயன்படுத்தும் வழக்கமான உலையில், பயன்படுத்தப்பட்ட ஒவ்வொரு கிலோகிராம் இயற்கை யுரேனியம் எரிபொருளும், 0.8 கி.கி. அளவு புளூடோனியத்தை உண்டாக்கும். ஆனால் ஒரு வேக உற்பத்தி உலையில், கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்தப்பட்ட ஒவ்வொரு கிலோகிராம் புளூடோனியமும் 1.2 கி.கி. புளூடோனியத்தை உற்பத்தி செய்கின்றது. இக்கூடுதல் அளவிலான புளூடோனியம் இயற்கை யுரேனியக் கூறுகள் உலையினுள் மாற்றம் அடைவதால் பெறப்படுகின்றது. இவ்வாறு பெறப் பட்ட புளூடோனியம் மற்றோர் உலையில் சக்தியூட்டப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

மேம்பட்ட உற்பத்தி வீதத் தொடர்பு (Better breeding ratio)

கார்பைட் எரிபொருளின் நன்மை யாதெனில் இதன் வழியாக ஆக்சைட் எரிபொருளைக் காட்டிலும், மேம்பட்ட உற்பத்தி வீதத் தொடர்பினைப் பெற இயலும். கல்பாக்கத்தில் அமைந்துள்ள வேக உற்பத்திச் சோதனை உலையில்தான் உலகில் முதல் முதலாக உலை உட்பகுதியின் எரிபொருள் பகுதி முழுவதும் கார்பைட் எரிபொருளால் செய்யப்பட்டுள்ளது.

இத்தகைய கலப்பு எரிபொருளைப் பயன்படுத்துவது தீரம் மிக்க செயலாக அமைந்தது. ஏனெனில் இக்கலப்பினை இதற்கு முன்னர் யாரும் சோதித்ததில்லை. கார்பைட் எரிபொருள் மேம்பட்ட வெப்பக் கடத்துத் திறனைக் (Thermal conductivity) கொண்டும், உயர் அளவில் பிளவுறும் தன்மைகொண்டும், கருத்து வடிவில் ஆக்சைட் எரிபொருளைக் காட்டிலும் மிகுதியாக புளூடோனியம் ஆக்கம் செய்யும் திறனையும் கொண்டுள்ளது. புளூடோனியம் அதிக அளவில் கிடைக்கும் போது சக்தி வளர்ச்சி வீதங்கள் (Power growth rates) உயருகின்றன. இந்த எரிபொருளை உருவாக்குவதற்கு ரூ. 5 கோடி செலவாயிற்று. இதற்கிடையே நைட்ரைட் எரிபொருளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

மற்றொரு சாதனையாக அமைந்தது யாதெனில் உயர் இயக்கம் கொண்ட உலோகச் சோடியத்தினைக் கையாளுவதற்கான தொழில் நுட்பமாகும்.

உலையில் பயன்படுத்தப்படும் சோடியம் மிக்க தூய்மையுடையதாய் இருக்க வேண்டும். ஆக்சிஜன், கார்பன், அய்ட்ரஜன் போன்ற அசுத்தங்கள் ஒரு மில்லியன் பகுதிகளில் 5 பகுதிகள் மட்டுமே அனுமதிக்கப்படுகின்றன. சோடியத்தினைத் தூய்மைப்படுத்துவதற்காகத் தனித்தன்மை வாய்ந்த தூய்மையாக்கும் சாதனங்களை உலைப்பகுதியில் நிறுவ வேண்டியுள்ளது. வேக உலையில், கடுமையான நிலையினை உண்டாக்கினாலும், சோடியம் மிகவும் விரும்பத்தக்க குளிர்விப்பானாகவும், வெப்பப் பரிமாற்றம் செய்யும் இடையீட்டுப் பொருளாகவும் அமைகின்றது. ஏனெனில் சோடியம், நிலக்கரி எரிவிப்பு நிலையங்களிலும் வழக்கமான மென்னீர் அணு உலைகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் நீரினைப் போன்று 10 மடங்கு திறம் படைத்ததாய் உள்ளது.

சோடியத்தைக் கையாளுவதற்கான தொழில் நுட்பமும், தூய்மையாக்குவதற்கான தொழில் நுட்பமும் உலை ஆராய்ச்சி மையத்தில் உருவாக்கப் பட்டன. ஃபிரான்சு நாட்டினர் நம்முடன் தொடர்ந்து

உழைத்திருந்தால், இவ்வுலையினை இதற்கும் முன் பாகவே கட்டி முடித்து இயக்கி இருக்கலாம்.

அனைத்து நாடுகளும் வேக உற்பத்தி உலையை வியா பார நோக்கிற்காகப் பயன்படுத்துவதில் தயக்கம் கொண்டுள்ளன. ஏனெனில் இதிலிருந்து பெறப்படும் மின்சக்தி லாபகரமாக அமையவில்லை.

ரஷிய நாட்டினர் தங்களது BN 600 (600 மெ.வா.) உலையினைக் கடந்த 5 ஆண்டுகளாக வியாபார நோக் குடன் இயக்கி வருகின்றனர். ஃபிரான்சு நாட்டினர் தங் களது 1200 மெ.வா. சூபர் பீனிக்ஸ் I உலையினை இவ் வாண்டில் வியாபார நோக்குடன் தொடங்க உள்ளனர். ஆனால் அமெரிக்க நாட்டினரும் ஜப்பான் நாட்டினரும் தங்கள் வேக உற்பத்தி உலைகளை வியாபார நோக்கத் திற்காகப் பயன்படுத்தும் திட்டத்தினைக் கை விட்டுள்ளனர்.

இந்தியாவினுடைய 500 மெ.வா. முன்னோடி வேக உற்பத்தி உலையின் மதிப்பு (Proto type fast breeder reactor) 1983 ஆம் ஆண்டின் விலைகளைக் கருத்தில் கொண்டு கணக்கிடும் போது ரூ.750 கோடியாகும். ஆனால் ஒரு நிலக்கரி எரிவிக்கும் நிலையத்தை 400 கோடி ரூபாய் செலவினைக் கொண்டு கட்டி முடிக்க லாம். வேக உற்பத்தி உலையில் உண்டாக்கப்படும் மின் சாரம் ஒரு யூனிட்டிற்கு 80 பைசா வீதமும், நிலக்கரி நிலையத்திலிருந்து பெறும் மின்சாரம் 50 பைசா வீதமும் ஆகும்.

வழக்கமான உலைகளைக் காட்டிலும் வேக உற்பத்தி உலைகள் 10 சதவீதம் கூடுதல் செலவினைக் கொண் டுள்ளன.

வேக உற்பத்தி உலைகளை உருவாக்கும் போது மற்ற பாதுகாப்புச் சார்ந்த பிரச்சினைகள் உருவாயின. அவையாவன, நீரிலிருந்து சோடியத்திற்கான ஒழுக்கு கள் (Water to sodium leaks), விரைவான குளிர்விப் பான் கொதிப்பு (Rapid coolant boiling), உலை உட் பகுதியினை நெருக்கமாக அமைத்தல் ஆகியவை. இவையாவும் மேம்பட்ட வடிவமைப்பாலும், தொழில் நுட்பத்தாலும் தீர்க்கப்பட்டன.

சோடியத்தின் மேம்பட்ட குளிர்விக்கும் பண்புகள், விபத்து நிலைகளிலும் கூட வெப்பக் கழிவு நீக்கம் (Decay-heat removal) செய்யும் பண்பினைப் பெற் றுள்ளன.

யுரேனியத்தில் அமைந்துள்ள சக்தி ஆற்றலை வேக உற்பத்தி உலை முழுவதும் பயன்படுத்தும் போது நாட்டின் மின் சக்தி ஆக்க அளவு 3,50,000 மெகா வாட்டிற்கு உயரும். இந்த அளவானது இந்திய நாட்டின் தற்போதுள்ள ஆக்க அளவினைப் போன்று 10 மடங்காகும்.

நூலோதி

Front Line

From the Publishers of the Hindu
Sept 21-Oct 4-1985

அணு உலைகள், பிற

பம்பாய்

இந்தியாவின் தலைசிறந்த விஞ்ஞானியான டாக்டர் ஹோமிபாபா சுமார் முப்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் பம்பாயில் டிராம்பேயிலுள்ள பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையத்தில், இந்திய அணு ஆராய்ச்சிக்கு வித்திட் டார். அவ்வமயம் இந்த நிறுவனம் அணுசக்தி நிறு வனம் டிராம்பே என்றழைக்கப்பட்டது. இந்நிலையம் இந்தியா முழுவதிலும் பல அணு ஆராய்ச்சி நிலையங் களையும், அணுமின் நிலையங்களையும் அமைப்ப தற்குக் காரணமாய் அமைந்தது. பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையம் இன்றும் இந்தியாவில் அணு ஆராய்ச்சிக்கு மையமாக விளங்குகிறது. இந்த நிலை யத்தில் பல அணு உலைகள் உள்ளன. அவையாவன அப்சரா (Apsara), சைரஸ் (Cirus), பூர்ணிமா (Purnima), துருவா (Dhruva) ஆகியவை. இவ்வுலைகள் யாவும் தற்போது இயங்கி வருகின்றன.

1961 ஆம் ஆண்டிலேயே 'ஜெர்லினா' என்ற பூஜ்யச் சக்தி (Zero energy) ஆய்வு உலை இயங்கியது. இந்திய அறிவியலாளரால் திட்டமிடப்பட்டுக் கட்டப்பட்ட இவ் வுலை இயற்கை யுரேனியத்தை எரிபொருளாகவும், கனநீரைத் தாமதமாக்கியாகவும் பயன்படுத்தியது. இவ்வுலை, புது அணு உலைத் தத்துவங்களை உருவாக் கும் ஆய்வுக்குப் பயன்பட்டது. இவ்வுலையின் பயன் முடிவுற்றதால், 1983 ஆம் ஆண்டு, இது பிரித்தெடுக் கப்பட்டுவிட்டது.

அப்சரா அணு உலை

1956 ஆம் ஆண்டு இயங்கத் தொடங்கிய அப்சரா அணு உலை இந்தியாவின் முதல் அணு உலையாகும். 1 மெகா வாட் சக்தி கொண்ட இந்த ஆய்வு உலை செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியத்தை எரிபொருளாகவும், நீரைத் தாமதமாக்கியாகவும் குளிர்விப்பானாகவும்பயன் படுத்தியது. இந்த உலை இந்திய அறிவியலாளர்களால் உருவாக்கப்பட்டு இயற்பியல் ஆய்விற்குப் பயன்படுத் தப்பட்டது. ரஷ்யா நீங்கலாக ஏனைய ஆசியப் பகுதி யில் முதல் நெருக்கடி நிலை அடைந்த அணு உலை இது வாகும். இவ்வுலை ஜூலை 1955 இல் தொடங்கி ஒரு வருடத்தில் கட்டி முடிக்கப்பட்டது. பார்ப்பதற்கு நீச்சல் குளத்தைப் போன்று இருப்பதால் இது நீச்சல் குள அணு உலை (Swimming pool reactor) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த உலை 13.72 மீ × 26.5 மீ. × 10.67 மீ. அளவினையுடையது. இவ் வுலையில் வெப்ப நியூட்ரான் தொடர் (Thermal

neutron flux) சராசரி 7.6×10^{12} நி/ச.செ.மீ./நொ (நியூட்ரான்/சதுர/சென்டி மீட்டர்/நொடி) அளவினைக் கொண்டும் வேக நியூட்ரான் தொடர் சராசரி 1013 நி/ச.செ.மீ/நொ. அளவினைக் கொண்டும் உள்ளது. இவ்வுலையைக் கட்டி முடிக்க ரூ. 40,00,000 செலவாயிற்று.

அப்சரா உலை ரஷியா நீங்கலாக ஆசியாவிலேயே முதல் உலையாக அமைந்தது. ஆரம்பக்கட்டத்தில் இவ்வுலை நெருக்கடி நிலை அடைவதற்கு முன்னர், கடினமான பிரச்சினைகளை இவ்வுலையில் எதிர் நோக்க வேண்டியிருந்தது. 1956 ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் 30 ஆம் நாள் எரிபொருட் கூறுகள் ஆரம்பத்தில் சுமையேற்றப்பட்டன. மறுநாள் இவ்வுலையின் சோதனை இயக்கங்கள் அதிக அளவுள்ள யுரேனியம் எரிபொருட் கூறுகளைச் சுமையேற்றித் தொடங்கப்பட்டன. நியூட்ரான் தொடர் மெதுவாக உயர்த்தப்பட்டது. அடுத்த நாள் காலை வரையில் எல்லா எரி பொருட் கூறுகளையும் சுமையேற்றிய பின்பும் கூட உலை நெருக்கடி நிலை அடையவில்லை.

கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள் மைய நிலையில் அமையும் போது, மிகுந்த எண்ணிக்கையுள்ள நியூட்ரான் களைத் தப்பவிடுகின்றன எனத் தெரிவிக்கப்பட்டது. எரிபொருட் கூறுகளின் அமைப்பும், கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களின் அமைப்பும் மாற்றியமைக்கப்பட்டு ஆகஸ்டு 3 ஆம் நாள் மீண்டும் இவ்வுலை தொடங்கப்பட்டது. இவ்வுலையினை இயக்கும் குழு இரவு முழுவதும் வேலை செய்தும் கூட ஆகஸ்டு 4 ஆம் நாள் வரை தொடர் இயக்கத்தை அடைய இயலவில்லை. பின்னர் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களில் ஒன்றை நீக்குவதென முடிவு செய்யப்பட்டது. இறுதியாக 1956 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டுத் திங்கள் 4 ஆம் நாள் 3.45 மணிக்கு ஆசியாவின் முதல் அணு உலையான அப்சரா நெருக்கடி நிலையை அடைந்தது. தற்போது இது ஓரிடத் தனிமங்களை (Isotopes) உற்பத்தி செய்வதற்கும், பிளவு இயக்கம் பற்றிய சோதனைகளுக்கும், பொருள்களில் அணுக் கதிர்வீச்சால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் கதிர் வீச்சுக் காப்புக்களையும் பற்றி ஆய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது.

சைரஸ் அணு உலை

(CIRUS-Canada India Reactor and Utility Services)

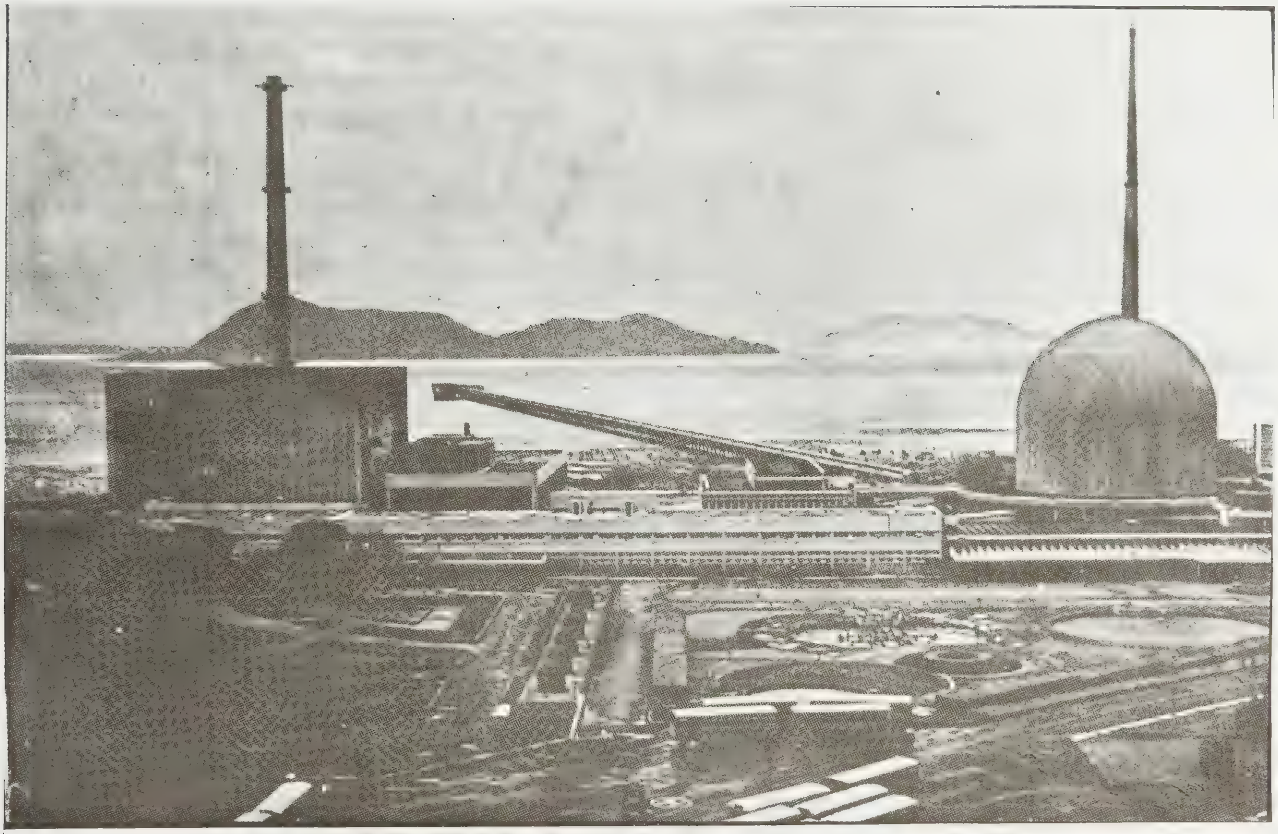
முன்பு CIR (Canada India Reactor) என்று அழைக்கப்பட்டு வந்த இத்த அணு உலை கனடா நாட்டின் உதவியோடு சுமார் பத்துக் கோடி ரூபாய் செலவில் கட்டப்பட்டது. இது இந்தியாவின் இரண்டாவது அணு உலையாகும். 1956ஆம் ஆண்டு இதன் கட்டுமான வேலைகள் தொடங்கப்பட்டு 1960 ஆம் ஆண்டு முடிவுற்றன. இதன் வடிவமைப்பு கனடாவிலுள்ள NRX அணு உலையை ஒத்தது. 40 மெகா வாட் வெப்பத்திறன் கொண்ட இந்த அணு உலையில் இயற்கை யுரேனியம் எரிபொருளாகப்பயன்படுகின்றது. இதில் கனநீர் தாமதமாக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அலுமினிய உறையால் சூழப்பட்ட 1.73 செ.மீ. ஆரமுள்ள யுரேனியக் கோலில் உண்டாகும் வெப்பத்தைக் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படும் நீர் நீக்குகின்றது. நீரிலிருக்கும் வெப்பம் வெப்பப் பரிமாற்றிகளில் (Heat exchangers) பாயும் கடல் நீரால் நீக்கப்படுகின்றது. அணு உலைக்கலனிலுள்ள கன நீர் தாமதப்படுத்தியாகவும், கிராஃபைட்டு, நியூட்ரான்களை வெளியேற்றாமல் எதிரடிப்பதற்கும் பயன்படுகின்றது. இந்த அணு உலையில் வெப்ப நியூட்ரான் தொடர் சராசரியாக 2.4×10^{13} நி/ச.செ.மீ/செக. ஆகும்.

செங்குத்தான அமைப்புள்ள சைரஸ் அணு உலை 36 மீ. விட்டமும் 40 மீ. உயரமும் கொண்ட உள்ளடக்கும் அமைப்பில் அமைந்துள்ளது. 2.2 செ.மீ. தடிப்புள்ள எஃகுத் தகடுகளாலான உள்ளடக்கும் அமைப்பு அணு உலைக்கு விபத்தேற்பட்டால் கதிரியக்கப் பொருள்கள் வெளியேறாமல் தடுக்கும். ஏனைய அணு உலைகளைப் போலல்லாமல் சைரஸ் அணு உலையில் குளிர்விப்பான் மேலிருந்து கீழ் நோக்கிப் பாய்கின்றது. நீண்ட அரை வாழ்நாள் கொண்ட கோபால்ட்-60 (Cobalt-60) போன்ற சில முக்கியமான ஓரிடத் தனிமங்களைத் தயாரிக்கவும், ஏனைய ஓரிடத் தனிமங்களைப் பெருமளவில் தயாரிக்கவும் இந்த அணு உலை பயன்படுகின்றது; திட நிலை இயற்பியல், பிளவு இயற்பியல், அணுப்பொறியியல் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளுக்கும் பயன்படுகிறது. அணு உலையினை இயக்குதல், பராமரிப்பு ஆகியவற்றில் பயிற்சியளிக்க இந்த அணு உலை மிகவும் பயன்படுகின்றது. இவ்வுலை ஆய்விற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வுலையில் இந்திய எரிபொருட் கோல்கள் சோதிக்கப்பட்டன. சைரஸ், துருவா உலைகளைப் படம் 42 அ.இல் காணலாம்.

பூர்ணிமா அணு உலை

(PURNIMA-Plutonium Reactor for Neutronic Investigations in Multiplying Assemblies)

பம்பாயிலுள்ள ஏனைய அணு உலைகளிலிருந்து பல விதங்களில் மாறுபட்டது பூர்ணிமா அணு உலை. இது வேக நியூட்ரான் அணு உலைகளில் பயன்படும் பொருள்களின் இயற்பியல் தன்மைகளையும், எரிபொருள் அமைப்பு, நியூட்ரான் எதிரடிக்கும் பரப்பு ஆகியவற்றின் அமைப்பைப்பற்றியும் ஆராய்வதற்காக நிறுவப்பட்டது. பூஜ்ய வெப்பத்திறன் கொண்ட இந்தப் பரிசோதனை அணு உலை (Experimental reactor) 1972 ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 22 ஆம் நாள் நெருக்கடி நிலையை அடைந்தது. புளூடோனியம் ஆக்சைடு கோல்களைத் துருவேறா எஃகால் ஆன கலனில் கொண்ட இந்த அணு உலையில் தாமிரமும் எஃகும் நியூட்ரான்களை எதிரடிக்கும் பரப்புகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இது பூஜ்யம் சக்தி கொண்ட வேக உலையாகும். புளூட்டோனியம், யுரேனியம்-238 ஐக் கதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்திச் செயற்கையாக உண்டாக்கப்படும் தனிமம் ஆகும். புளூட்டோனியம் ஆக்சைடு



படம் 42. அ. 25 ஆண்டுகள் முடிவுற்ற விரும்பத் தக்க கட்டடக் கலையமைப்புடைய சைரஸ் உலை (வலது)-அணுக்கரு அறிவியலின் சோதனை மையமாக இவ்வுலை அமைந்தது; இதனுடன் மிக்க மேம்பாடுகளுடன் அமைக்கப்பட்ட துருவா உலையும்.

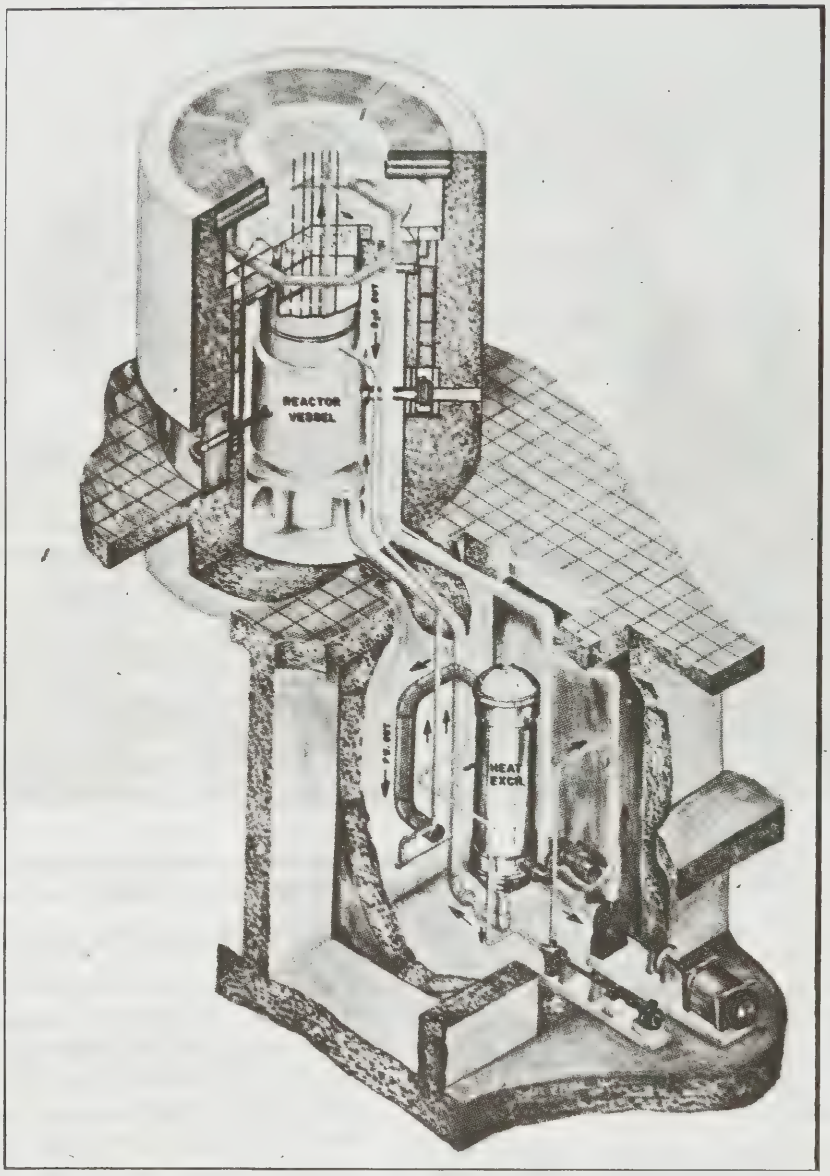
எரிபொருளைக் கொண்ட அணு உலை உட்பகுதியின் (Core) இயற்பியல் தன்மைகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றபின் பூர்ணிமா அணு உலை மாற்றி அமைக்கப்பட்டு இப்போது பூர்ணிமா II அணு உலையாக இயங்கி வருகின்றது.

பூர்ணிமா II அணு உலை

இவ்வுலையும் ஒரு பரிசோதனை அணு உலையாகும். யுரேனில் நைட்ரேட் (Uranyl nitrate) கரைசலை எரிபொருளாகக் கொண்ட இந்த அணு உலையில் நீரைத் தாமதப்படுத்தியாகவும், பெரிலியம் ஆக்சைடை எதிரடிப்பானாகவும் பயன்படுத்துகின்றனர். இதில் உள்ள யுரேனியம், யுரேனியம்-233 ஓரிடத்தனிமம் ஆகும். இது தோரியத்தைக் கதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்திச் செயற்கையாக உண்டாக்கப்படும் ஓரிடத் தனிமம் ஆகும். பம்பாயிலுள்ள ஏனைய அணு உலைகளைப் போலல்லாமல் இது ஓர் ஒருபடித்தான (Homogeneous) அணு உலையாகும். யுரேனியம்-233 ஐ எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தும் அணு உலைகளின் இயற்பியல் தன்மைகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி இந்த அணு உலையில் நடைபெறுகின்றது. இந்த ஆராய்ச்சிக்காக அணு உலை உட்பகுதி, எதிரடிக்கும் அமைப்பு போன்றவற்றினை எளிதில் பிரித்தெடுத்து மாற்றியமைக்க வசதியாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

துருவா அணு உலை (Dhruva reactor)

இது பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் கட்டப்பட்டுள்ள ஐந்தாவது அணு உலையாகும். இது பாகவத புராணத்தில் வரும் இளவரசனான துருவனின் பெயரைக் கொண்டுள்ளது. இந்தியாவின் மிகவும் புதிய மிகப் பெரிய அணு ஆராய்ச்சி உலைக்குத் துருவாவின் பெயரே சூட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வுலையின் வழியாக நாட்டின் அணு சக்தித் திட்டத்திற்கு அறிவியலார் புதிய பொருள்களையும் தொழில் நுட்பங்களையும் கொண்டு சோதனை செய்வதற்கு ஏற்றவாறு இது வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. 100 மெ.வா. திறன் கொண்ட இவ்வுலை டிராம்பேவில் கட்டப்பட்டுள்ளது. துருவா உலையைக் கட்டுவதற்கான முடிவு 1973ஆம் ஆண்டு பொகாரன் அணுகுண்டு வெடிப்பிற்கு (Pokhran explosion) முன்னரே எடுக்கப்பட்டது. துருவா உலையினைக் கட்டுவதற்குத் திட்டமிடப்பட்டதற்கான காரணம் யாதெனில், ஓரிடத் தனிமங்களையும், அடிப்படைத் தொழில் நுட்ப ஆராய்ச்சிக்காக நியூட்ரான்களையும் ஆக்கம் செய்ய நமக்கு ஓர் உலை தேவைப்பட்டதே யாகும். சைரஸ் உலை கட்டப்பட்டு 25 ஆண்டுகள் முடிவடைந்துள்ளது. மேலும் சைரஸ் உலை நீண்ட நாள் பயன்படுத்தப்பட்டதனால் ஒரு வேளை நின்று போனால், ஓரிடத் தனிம ஆக்கமும் அவ்வுலையில் பெறும் எல்லா வசதிகளும் நின்றுபோகும். எனவே



படம் 43. துருவா அணு உலை அமைப்பு

சைரசிற்குப் பதிலாக புதிய உலை கட்ட வேண்டியதாயிற்று. சைரஸ் உலை நன்கு செயல்பட்டுவரும் உலையாகும். ஓர் உலையின் வாழ்நாள் 25 இலிருந்து 30 ஆண்டுகள் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. எனவே சைரஸ் காலம் முடிவடையும்போது துருவா உலையைத் தொடங்க வேண்டியதாயுள்ளது. மேலும் 25 ஆண்டுக் காலத்திற்குப் பின்னர், பெரிய உலையாக 100 மெ.வா. திறன் படைத்ததாய் துருவா உலையை அமைக்க வேண்டியதாயிற்று. இவ்வுலையில் பல ஓரிடத் தனிமங்களை மிகுந்த அளவுகளில் உண்டாக்கலாம். இனிமேல் ஓரிடத்தனிமங்கள் கிடைப்பதில் பற்றாக்குறை இராது. ஆனால் துருவா போன்ற உலைகளுக்கு அயல் நாட்டினர் வடிவமைப்பை வழங்கவில்லை. இந்திய அறிவியலாளர்களாலேயே இதற்கான வடிவமைப்பு ஆக்கப்பட்டது. இவ்வுலைக் கட்டுமானத்திற்குத் தேவையான பொருள்கள் யாவையும் இந்திய அறிவியலாளர்களாலே தீர்மானிக்கப்பட்டன. துருவா அணு உலை அமைப்பினைப் படம் 43இல் காணலாம். துருவா உலையானது கனநீரினைத் தாமதப்படுத்தியாகவும், குளிர்விப்பானாகவும்பயன்படுத்துகின்றது. ஆனால் சைரஸ் உலையில் மென்னீரே குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. துருவா உலையில் ஓரிடத்தனிமங்களைப் பெறுவதோடல்லாமல், 10^{14} நியூட்ரான்கள்/சதுர சென்டி மீட்டர்/நொடி அளவுள்ள நியூட்ரான் தொடரினைப் பெறலாம். சைரஸ் உலையில் செய்ய முடியாத பல சோதனைகளை இவ்வுலையில் செய்யலாம். இந்த அளவு நியூட்ரான் தொடரினைக் கொண்ட உலைகள் உலகில் மிகச் சிறிய அளவிலேயே உள்ளன.

இத்தகைய வியத்தகு முன்னேற்றம் இயற்பியல், வேதியியல் விஞ்ஞானிகளுக்கு அடுத்த 20 ஆண்டு கள் வரை ஆய்வுகட்குப் பெரிதும் பயன்படும். இதுவே துருவா உலையின் முக்கியத்துவமாக அமைகின்றது.

1985 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் முதல் வாரத்தில் இவ்வுலை நெருக்கடி நிலை அடைந்த போது இவ்வுலை யின் ஆராய்ச்சிக்கான வசதிகள் மக்கள் கவனத்தை ஈர்க்கவில்லை. ஆனால் அதற்குப் பதிலாக இவ்வுலை யின் வழியாகப் பல எண்ணிக்கையுள்ள அணுகுண்டு களைப் புளூட்டோனிய ஆக்கத்தினால் பெறமுடியும் என்ற கருத்தே உடனடியாக அவர்கள் எண்ணத்தில் எழுந்தது. இவ்வுலை முழு அளவில் இயங்கும் போது, ஓர் ஆண்டில் 3 அணுகுண்டுகளுக்கான புளூட்டோனியத் தைத் தயாரிக்க இயலும். அணுகுண்டுகள் உருவாக்கத் திற்காக நாம் இத்தகைய உலையைக் கட்டவில்லை. அதற்குப் பதிலாக அடிப்படை ஆராய்ச்சிக்கு உதவு வதற்காகவே கட்டப்பட்டது.

உலகில் இயங்கும் மிகப் பெரும் உலைகளில் ஒன்றாகத் துருவா அமைந்துள்ளது. இவ்வுலை ஓரிடத்தனிம ஆக் கத்திற்காகவும், நியூட்ரான் கற்றை ஆய்விற்காகவும், வேதியியல் ஆய்விற்காகவும், வரப்போகும் சக்தி உலை களில் பயன்படுத்துவதற்கேற்ற பொருள்களைச் சோதிப் பதற்காகவும் பயன்படுத்தப்படவுள்ளது. கிடைத்த ஒரு மாதிரியைக் கொண்டு இவ்வுலை கட்டப்பட வில்லை. இயற்கை யுரேனியம் எரிபொருளாகவும், கனநீரினைத் தாமதமாக்கியாகவும் பயன்படுத்துவதை அடிப்படையாகக் கொண்டு இவ்வுலை வடிவமைக்கப் பட்டுள்ளது. இது வேலை செய்யும்போதே எரி பொருள் மாற்றம் செய்யும் வசதி படைத்ததாய் அமைந்துள்ளது. கல்பாக்கம் அணுமின் நிலையமும், ராஜஸ்தான் அணுமின் நிலையமும் கனடா நாட்டு வடி வமைப்பிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டவையாகும். ஆனால் துருவா உலை இவற்றினின்று வேறுபட்டது; பல் வேறுபட்ட ஆராய்ச்சித் தேவைகளைக் கருத்தில் கொண்டும் மிகவும் சிக்கலான வடிவமைப்பினைக் கொண்டும் உருவாக்கப்பட்டது. இக்காரணங்களா லேயே துருவா உலை செயல்பட நீண்டகாலமாயிற்று. பல்வேறு துறைகளிலுள்ள விஞ்ஞானிகளின் ஒத்துழைப் பினால் இவ்வுலை உருவாக்கப்பட்டது.

உலை உருவாக்கத்திற்குத் தேவையானவை யாவும் பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையத்தினால் செய்யப்பட் டன. உலை இயந்திரப் பிரிவு இவ்வுலையை வடிவ மைத்தது. இவ்வுலைக்கான கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு கள் எலெக்ட்ரானிக்ஸ் பிரிவு, கருவிப் பிரிவுகளினால் (Electronics and instrumentation group) செய்யப் பட்டன.

துருவா உலை இந்திய நாட்டின் ஆறாவது ஆராய்ச்சி உலையாகும். இயற்பியல், வேதியியல், உலோகவியல் அல்லது தொழில் நுட்ப அறிவியல் துறைகளின் ஆராய்ச்சிக்கான இடமாகவும், விஞ்ஞானிகள் தங் களால் உருவாக்கப்பட்ட கருத்துகள் இயக்கத் தேவை களுக்கு ஏற்றனவாக உள்ளனவா என்பதை ஆராய் வதற்கு ஏற்றதாகவும் ஓர் ஆராய்ச்சி உலை அமை கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக தாராபூர் அணுமின் நிலையத்திற்கான அமெரிக்க நாட்டினரால் வழங்கப் படவேண்டிய குறைந்த செறிவூட்டம் கொண்ட யுரேனி யம் எரிபொருளை, ஒப்பந்த உடன்பாடுகளை மீறி அந் நாடு நிறுத்தியபோது, இந்திய விஞ்ஞானிகள் 40 மெ. வா. திறன் கொண்ட சைரஸ் உலையைப் பயன்படுத்திக் கலப்பு ஆக்சைட் எரிபொருளை உருவாக்கினர். இந்த சைரஸ் உலையினை நிறுவி 25 ஆண்டுகள் ஆகின்றன.

கனடா நாட்டு மாதிரியைக் கொண்டு சைரஸ் உலை கட்டப்பட்டது. இந்திய நாட்டிற்கான அணு சக்தித் திட்டத்தில் சோதனை மையமாக சைரஸ் உலை அமைந்தது. 1956 ஆம் ஆண்டு கட்டப்பட்ட முதல் ஆராய்ச்சி உலையான அப்சரா தொடர்ந்து இயங்கு கின்றது. இவ்வுலை ஓரிடத்தனிமங்களை ஆக்கம் செய் கின்றது. பூர்ணிமா I உலையானது 1972 ஆம் ஆண்டு தொடங்கப்பட்டது. இது சிறிய உலையாகும். இவ் வுலை சோதனைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் வேக உலை யாகும் (Experimental fast reactor). வழக்கமான உலை கட்கும், வேக உலைகட்கும் புளூட்டோனியத்தைப் பயன்படுத்தும் தொழில் நுட்பத்தினை அறிவியலாளர் கள் உருவாக்குவதற்கு இவ்வுலை உதவியது. யுரே னியம்-233 இனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தும் பூர்ணிமா II உலையானது 1984 ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் நெருக்கடி நிலையினை அடைந்தது. யுரே னியம்-233, தோரியத்திலிருந்து செயற்கை முறையில் உண்டாக்கப்பட்ட பிளவுறும் தனிமம் ஆகும். தோரி யத்தைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தி 233 U உருவாக்கு வதற்குப் பூர்ணிமா உலை காரணமாய் அமைந்தது.

துருவா உலை நியூட்ரான் இயற்பியல் ஆய்விற்குப் பயன்படுத்தப்படும். ஆரம்ப ஆராய்ச்சி உலைகள் வழங்கிய நியூட்ரான் தொடர்களைக் காட்டிலும், துருவா உலையில் உயர் நியூட்ரான் தொடர் கிடைப்ப தால் துருவா அமைப்பைப் பயன்படுத்துவதில் நியூட் ரான் இயற்பியல் அறிவியலாளர் பெரிதும் ஆர்வம் கொண்டுள்ளனர். உலகத்திலேயே உயர் நியூட்ரான் தொடர்களைக் கொண்ட உலைகளில் ஒன்றாகத் துருவா உள்ளது.

துருவாவின் உயர் நியூட்ரான் தொடரினால் ஐயோ டின் 131, குரோமியம் 51, மாலிப்டினம் 99, போன்ற மருத்துவத் துறைக்குப் பயன்படும் ஓரிடத் தனிமங்களை ஆக்கம் செய்யலாம்.

புளூட்டோனியம் ஆக்கம்

அணுகுண்டினை உண்டாக்கும் திறமையைப் பொறுத்தவரை, நமக்கு நன்கு தெரிந்தது யாதெனில் உலையில் இயற்கை யுரேனியத்தைக் கதிர் வீச்சிற்கு

உட்படுத்தும்போது புளூட்டோனியம் உண்டாகின்றது என்பதாகும். துருவாவைப் போன்ற 100 மெ.வா. உலையில் எவ்வளவு புளூட்டோனியத்தை ஆக்கம் செய்யலாம் என்பதற்குக் கணக்கீடுகள் உள்ளன. துருவா உலை இயக்கத்திற்குத் தினமும் 100 கிராம் யுரேனியம் பயன்படுத்தப்பட்டு 80 கிராம் புளூட்டோனியம் உருவாக்கப்படுகின்றது. ஆண்டு முழுவதும் இவ்வுலை தன் ஆக்க அளவில் வேலை செய்தாலும், 30 கி.கி. புளூட்டோனியத்தை மட்டுமே உண்டாக்க இயலும். கல்பாக்கம் அணு மின் நிலையத்திலும் ராஜஸ்தான் அணு மின் நிலையத்திலும் துணைவிளை பொருளாகப் புளூட்டோனியம் உண்டாவதைப் போலவே இவ்வுலையிலும் புளூட்டோனியம் துணை விளைபொருளாக உண்டாகின்றது. அணு சக்தித்துறையின் திட்டப்படி இப் புளூட்டோனியம் தான் புதிதாக உருவாக்கப்படும் வேக உலைகளுக்கு எரிபொருளாக அமைகின்றது. இவ்வேக உலைக்கான முன்னோடி நிலையம் கல்பாக்கத்தில் தொடங்கப்பட்டுள்ளது.

இவ்வாறு உண்டாக்கப்படும் புளூட்டோனியம் வெடி பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படப் போகின்றதா அல்லது மின்சார ஆக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படப் போகின்றதா என்பதை அரசியல் துறையைச் சார்ந்தவர்கள் தீர்மானிப்பார்கள்.

பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையமும் வேறுபல இந்திய நிறுவனங்களும் துருவாவிற்குத் தேவையான பல்வேறு சாதனங்களைத் தயாரித்துக் கொடுத்தன. இந்த அணு உலையின் உச்ச அளவு வெப்ப நியூட்ரான் தொடர் 10^{14} நி/ச.செ.மீ./செக. ஆகும். இந்த அளவு வெப்ப நியூட்ரான் தொடர் கொண்ட ஆராய்ச்சி அணு உலைகள் உலகிலேயே மிகச் சிலதான் உள்ளன. துருவா அணு உலை முன்னணி அணுவியல் ஆராய்ச்சிக்கும், உச்சக் கதிரியக்க அளவினைக் கொண்ட ஓரிடத் தனிமங்கள் ஆக்கம் செய்யவும், அணுப் பொறியியல் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படும். நிலைக்குத்தான அமைப்புள்ள இந்த அணு உலையில் இயற்கை யுரேனியம் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. 1.27 செ.மீ. விட்டமும் 305 செ.மீ. நீளமும் கொண்ட யுரேனியக் கோல் அலுமினியத்தாலான உறைக்குள் அடைக்கப்பட்டிருக்கும். இதுபோல் ஏழு கோல்கள் சேர்ந்து ஓர் எரிகற்றை உருவாக்கப்படுகின்றது. இக்கற்றை 5.23 செ.மீ. விட்டம் கொண்ட அலுமினியக் குழாயால் சூழப்பட்டிருக்கும். எரிகற்றையை உள்ளடக்கிய இந்த அலுமினியக் குழாய் சிர்கலாயினால் (சிர்கோனிய உலோகக் கூட்டு) ஆக்கப்பட்ட இயங்கும் குழாய்க்குள் (Guide tube) வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதைப்போன்ற 129 எரிகற்றைகள் அணு உலைக்கலனில் இருக்கின்றன. ஓரிடத்தனிம ஆக்கத்திற்காகவும், பொறியியல் ஆராய்ச்சி, அறிவியல் ஆராய்ச்சிகளுக்காகவும் வேண்டிய வசதிகளும் சாதனங்களும் இவ்வுலையில் உள்ளன. தவிர, அணு உலையை நிறுத்துவதற்கான கோல்களும் உள்ளன. எரிக்கற்றையில் உண்டாகும் வெப்பத்தினைக் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படும் கனநீர் நீக்குகின்றது. மூன்று சக்தி மிகுந்த பம்புகள் இந்த குளிர்விப்பானைப் பாய்ச்சுகின்றன. அணு உலைக்கலனிலுள்ள கனநீர் தாமதப்படுத்தியாகவும், நியூட்ரான்களைவெளியேறாமல்எதிரடிப்பதற்காகவும் பயன்படுகின்றது. அணு உலைக் கலனில் தாமதப்படுத்தியின் மட்டத்தினை மாற்றுவதன் மூலம் அணு உலை வெப்பத்திறனை மாற்றலாம். நிறுத்தும் கோல்கள் அணு உலையை நிறுத்தப் பயன்படுகின்றன. அணு உலையிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு வெளிவரும் குளிர்விப்பான் மூன்று வெப்பப் பரிமாற்றிகளில் இந்த வெப்பத்தை நீருக்கு அளிக்கும். நீரிலிருந்து இவ் வெப்பம் கடல் நீரால் நீக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு துருவா அணு உலையில் உற்பத்தியாகும் வெப்பம் முழுமையாகக் கடல் நீரில் கலக்கின்றது. துருவா ஆராய்ச்சி அணு உலையாகப் பயன்படுவதால், அதில் உற்பத்தியாகும் வெப்பம் மின் உற்பத்திக்குப் பயன்படுவதில்லை.

துருவா அணு உலையின் வடிவமைப்பிலும் கட்டுமானத்திலும் அணு உலைப் பாதுகாப்பிற்கு மிகவும் முக்கியத்துவம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது. சாதனக் கோளாறினாலோ, வேறு காரணங்களினாலோ அணு உலைக்கு அபாய நிலை ஏற்படும்போது அதைக்கட்டுப்படுத்தி உற்பத்தியாகும் வெப்பத்தை நீக்கிக் கதிரியக்கம் வெளியேறிப் பரவாமல் இருப்பதற்காகப் பல நுட்பங்களும் சாதனங்களும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக நிறுத்தும் கோல்கள் எக்காரணத்தினாலோ சரிவர இயங்காவிட்டால், நியூட்ரான்கள் வேகமாக உட்கொள்ளும் நியூட்ரான் நஞ்சு (Poison) அணு உலைக் கலனில் இதற்காக அமைக்கப்பட்டுள்ள குழாய்களில் செலுத்தப்படும். உலை இயக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மின்சாரம் தடைப்பட்டால், அணு உலை உடனே நிறுத்தப்பட்டுத் தொடர்ந்து உற்பத்தியாகும், சுமார் 10%-க்கும் குறைவான மீதமுள்ள வெப்பத்தை நீக்குவதற்கு, அதற்கென உள்ள பம்புகள், அவசர நிலைக்கான மின்சாரத்தைக் கொண்டு, மின் மோட்டார்களால் இயக்கப்பட்டுக் குளிர்விப்பானைப் பாய்ச்சும். அணு உலைக் காப்புக்குப் பயன்படும் மிக முக்கிய அளவிடு கருவிகள், மும்மடங்காக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு அணு உலை பாதுகாப்பிற்காகப் பல ஏற்பாடுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இத்தனை ஏற்பாடுகளையும் மீறி அணு உலைக்குச் சேதம் ஏற்பட்டு அதிலிருந்து கதிரியக்கம் எப்படியேனும் வெளியேறிவிட்டாலும், அது சுற்றுப் புறத்தில் பரவி ஊறு விளைவிக்காமல் இருப்பதற்காக அணு உலையானது உள்ளடக்கிக் கட்டிடத்திற்குள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அணு உலையிலிருந்து வெளியேறும் கதிர்வீச்சுப் பொருள்களைச் சுற்றுப்புறத்திற்குத் தப்பவிடாமல் தன்னுள் நிறுத்தி வைத்துக் கொள்வதற்காகவே இக் கட்டிடம் பயன்படுகின்றது.

இவ்வுலை தற்போது இயங்கி வருகின்றது.

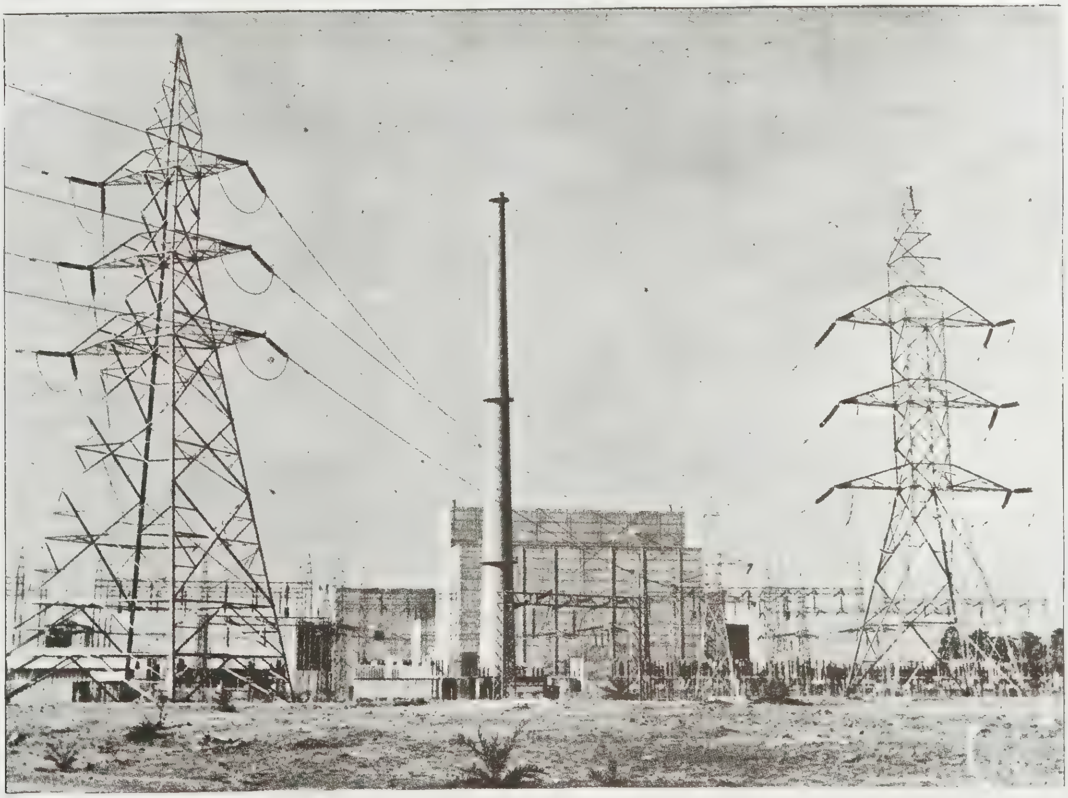
வ.வெ; ஜி. ஆர். பா; & ஜெ.சு.

தாராபூர்

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் வாஷிங்டனில் தாராபூர் அணுமின் நிலையத்தைக் கட்டுவதற்காக ஓர் ஒப்பந்தம் 1964 ஆம் ஆண்டு, மே திங்கள் 8 ஆம் நாள் கையெழுத்திடப்பட்டது. இத்திட்டத்தின் முதன்மையான ஒப்பந்தக்காரர்கள் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் பொது மின்கழகமும் (General Electric Co.), இந்திய நாட்டின் அனைத்து நாட்டுப் பொது மின் கழகமும் (International General Electric Co.) ஆகும். இதன் பிறகு கட்டிட வேலைகளும் குடியிருப்புக் கட்டிடங்களுக்கான கட்டுமானப் பணிகளும் ஒரு தனி ஒப்பந்தத்தின் கீழ் அனைத்து நாட்டுப் பொது மின் கழகத்திடம் (இந்தியா) ஒப்படைக்கப்பட்டது. நிலையக் கட்டுமானம் விரைவிலேயே தொடங்கப்பட்டது. திட்டத்தின் கட்டுமானப் பணி அமெரிக்க அரசாங்கமும் இந்திய அரசாங்கமும் கையெழுத்திட்ட கூட்டுறவிற்கான ஒப்பந்தத்தின் கீழ் தொடங்கப்பட்டது.

சான் ஜோஸ்-கலிபோர்னியா பொது மின் கழகத்தின் அணு சக்திச் சாதனத் துறை அணுக்கரு எரிபொருளுடன் நிலையத்தின் அணுக்கருப் பகுதிக்கான சாதனத்தையும் வழங்கியது. பொது மின் கழகத்துடன் செய்து கொண்ட துணை ஒப்பந்தத்தின்படி அமெரிக்க நாட்டின் 'கம்பஸ்சன் எஞ்ஜினீயரிங்' நிறுவனம் உலைக் கொள்கலங்களைத் தயாரித்தது. அமெரிக்க நாட்டின் பொது மின் கழகம் இரு சுழலி மின்னாக்கித் தொகுதிகளையும் மற்றும் பல பெரிய மின் சாதனங்களையும் தயாரித்தது. பெச்டல் கழகம் (Bechtel Corporation) பொறியியல் துறைக் கட்டுமானத்தை மேற்கொண்டது. இந்தியத் தொழிற் சாலைகளிலிருந்து 100 ஆயிரம் கன கஜங்கள் காங்கிரீட்டிற்குத் தேவையான பொருள்களும் ஆயிரக் கணக்கான டன்கள் அளவிலான வலுவூட்டத்திற்கான எஃகும், மற்றும் கட்டுமானத்திற்குத் தேவையான பொருள்களும் பணிகளும் பெறப்பட்டன.

உலகச் சராசரியில் $1\frac{1}{2}$ மடங்கிலான மக்கள் தொகை உற்பத்தி வளர்ச்சி வீதத்தினை இந்திய நாடு கொண்டுள்ளதால் தாராபூர் அணு சக்தி நிலையத்தையும் மற்ற அணு சக்தி நிலையங்களையும் நாட்டின் நாள் தோறும் பெருகி வரும் சக்தித் தேவைகளைச் சந்திக்குமென்று நாடு எதிர்பார்த்துக் கொண்டுள்ளது. வளரும் தொழில் துறை பொருளாதாரத்திற்கான நம்பகமான மின் சக்தியைக் குறைந்த விலையில் அணு சக்தி வழங்கு



படம் 44. தாராபூர் அணுமின் நிலைய வெளிப்புறத் தோற்றம்

படம் 45. தாராபூர் அணுமின் நிலையக் கட்டுப்பாட்டு அறை.

படம் 46. தாராபூர் அணுமின் நிலையச் சுழலி-மின் ஆக்கித் தொகுதி

கின்றது. இவ்உலை மென்னீரைத் தாமதமாக்கியாகக் கொண்டு சிறிதளவு செறிவூட்டம் பெற்ற யுரேனியத்தைக் கொண்ட கொதிநீர் உலையாகும் (BWR). நம்பிக்கையான மின் ஆக்கத்தையும் உகந்த பொருளாதாரத்தையும் கொண்டு இந்த அணு மின் நிலையம் மேற்கு இந்தியாவிலுள்ள மஹாராஷ்டிரா குஜராத் மாநிலங்களுக்கு மின் சக்தியை அளிக்கின்றது. அணு மின் நிலையத்தின் வெளிப்புறத்தோற்றத்தையும், கட்டுப்பாட்டு அறையையும், சுழலி-மின் ஆக்கித் தொகுதியினையும் முறையே படம், 44, 45, 46இல் காணலாம். தாராபூர் அணுமின் நிலையம் அதனுடைய இரு கொதிநீர் உலைகளுடன் (ஒவ்வொன்றின் ஆக்க அளவும் 210 மெ.வா.மி.) 1969 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் வேலை செய்ய ஆரம்பித்தது. 1969 ஆம் ஆண்டு நவம்பர்த் திங்கள் வியாபார நோக்குடன் இயங்குவதாக அறிவிக்கப்பட்டது. இந்நிலையம் மஹாராஷ்டிரா குஜராத் மாநிலங்களின் எல்லையில் அமைக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு மாநிலத்திற்கும் அதனது மொத்த ஆக்க அளவில் 50% இனை வழங்குகின்றது. இந்நிலையம் வேலை செய்ய ஆரம்பித்தவுடன் தாராபூரில் இவ்விரு மாநிலங்களின் மின் அமைப்புகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று 1969 ஆம் ஆண்டு இணைக்கப்பட்டன. இயக்கத்தின் ஆரம்ப ஆண்டுகளில் மின் தேவைகளுக்கு ஏற்ப இந்நிலையம் வேறுபட்ட சுமைகளுடன் இயங்கியது. ஆனால் 1974 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு அடிப்படைச் சுமையை ஏற்கும் தொகுதியாக இயக்கப்பட்டு வருகின்றது.

இடமும் நிலைய அமைப்பும்

பம்பாய்க்கு 100 கி.மி. வடக்கிலும், தாராபூரிலிருந்து 3.2 கி.மீ. தொலைவு தென் மேற்கிலும், அரபிக்கடல் ஓரமாகத் தாராபூர் நிலையம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. தாராபூர் அணு மின் நிலைய இடத்தினையும் நிலைய அமைப்பினையும் படம்-47 இல் காணலாம்.

சுழலிக்கான கட்டடத்தில் இரண்டு தனித்த தனித்தியங்கும் தன்மையுடைய சுழலி - மின்ஆக்கி - நீராவி வடிக்கப்படும் அமைப்புகளும் உள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றும் உலைக்கான கட்டடத்தில் அமைந்து இரு உலைகளில் ஏதேனும் ஒன்றிலிருந்து நேரடியாக முதன்மை நீராவியைப் பெறுகின்றது. கால்வாயிலிருந்து உட்கொள்ளும் அமைப்பு வழியாகக் குளிர்ந்த நீர் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. சுழலிக் கட்டடத்திலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நீர் வெளியேற்றும் கால்வாய்கள் வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. ஒரு கட்டுப்பாட்டுக் கதவு சூடான வெளியேறும் நீர் உட்கொள்ளும் நீருடன் கலக்காதவாறு தடைசெய்கின்றது. கதிரியக்கக் கழிவிற்கான கட்டடம் உலைக் கட்டடத்திற்கு அடுத்து அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கட்டடத்தில் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட முறையில் நீரும் திடக் கதிரியக்கப் பொருள்களும் பிரிக்கப்பட்டு அவை மேற்கொண்டு வெளியேற்றப்படுவதற்கு ஏற்றவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கதிரியக்கக் கழிவிற்கான கட்டடத்தின் தெற்கில் நிலையத்தின் 120 மீட்டர் உயரமுள்ள காற்றோட்ட அடுக்கு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் வழியாகத்தான் வெளிச் செல்ல வேண்டிய காற்று வாயு மண்டலத்திற்கு வெளியேற்றப்படுகின்றது. இத்தகைய வெளியேற்றத்தினால் இயற்கையான வானிலைகளில் வெளிச் செல்லும் காற்றிலுள்ள கதிரியக்கத்தின் செறிவினைக் குறைக்கின்றன.

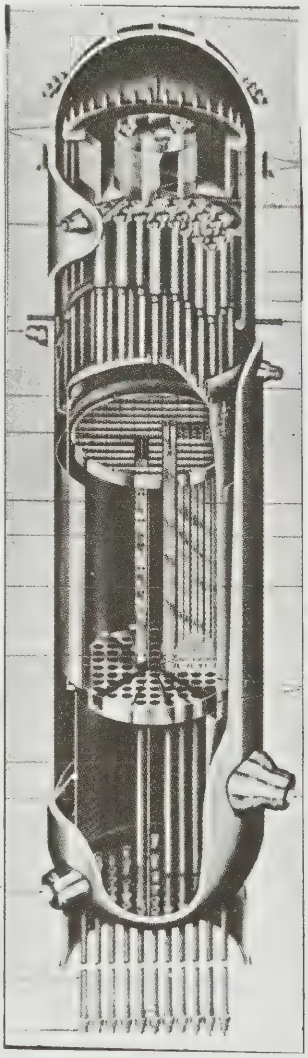
நிலையத்தின் மின் கட்டுப்பாட்டு முற்றம் (Switch yard) இடத்தின் கிழக்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. மின் மாற்றிகளிலிருந்து (Transformers) மின்சக்தியைக் கொண்டுசெல்லும் கம்பிகள் திறந்த பகுதியில் மின் கட்டுப்பாட்டு முற்றத்தை நோக்கிச் செல்கின்றன. இக்கம்பிகளில் மின் அழுத்தம் 230 கிலோ வோல்ட் அளவில் செலுத்தப்படுகின்றது. மின் சக்தியானது முற்றத்தில் மேற்குப் பகுதிக்கான மின் இணைப்புடன் இணைக்கப்படுகின்றது. தேக்கத் தொட்டிகளும், கடைகளும் சேமிப்புக் கிடங்குகளும் வாகனங்களை நிறுத்துவதற்குமான இடத்தையும், நிலையத்திற்கான கூடுதல் இடத்தையும் தாராபூர் நிலைய இடத்தில் தெற்கு முனையில் அமைத்துள்ளனர். உலை அமைப்புகள் (Reactor systems) தனித்தனியான, முதன்மை உள்ளடக்கிய அமைப்புகளில் (Primary Containments) வைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனை அடுத்து உலர் கிணறும் (Dry well), அதனுடன் இணைந்த அழுத்தத்தை அடக்கும் குளமும் (Pressure suppression pool) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சிறப்பியல்பானது, பல பாதுகாப்புத் தடைகளைக் கொண்ட உள்ளடக்கும் அமைப்பின் வடிவமைப்பில் அமைந்த பல்வேறுபட்ட இயந்திரவியலான பாதுகாப்புக்களில் ஒன்றாக அமைகின்றது. மறு எரிபொருளூட்டும் தளத்தின் வழியாகக் குறைந்த நேரத்தில், செலவழிக்கப்பட்ட எரிபொருளைக் கொண்டுவருவதுடன் மறு எரி பொருளூட்டமும் நடைபெறுகின்றது. உலைக் கட்டிடத்திற்கும் சுழலிக் கட்டடத்திற்கும் இடையிலமைந்தபணிக்கட்டிடத்தில் (Service building) வழக்கமான பணிகளைச் செய்வதற்கேற்ற வசதி உள்ளது. அதில் முதன்மைக் கட்டுப்பாட்டு அறையும் உள்ளது. முதன்மை நீராவி வழியும் துணை நீராவி வழிகளும் ஊட்டு நீர்வழிகளும் (Feed water lines) குழாய்களைக் கொண்டு செல்லும் அடிநில வழியில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. நிலையத்தின் வலது பக்கத்தில் கதிரியக்கக் கழிவிற்கான கட்டடம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நிலையத்தின் இடது புறத்தில் குளிர்விக்கும் நீரினை உட்கொள்ளும் கட்டமைப்பு உள்ளது. உலைக் கட்டிடத்தின் மேல் மட்டத்திலிருந்து 47.5 மீட்டர் உயரத்தில் நிலையம் உயர எழும்புகின்றது. சுழலிக் கட்டடம் இம்மட்டத்திலிருந்து 30 மீட்டர் உயரத்தில் கட்டப்பட்டுள்ளது.

உலைக் கொள்கலமும், உலை அமைப்பின் அமைவும் (Reactor vessel and system arrangement)

235 U அணுக் கருவில் ஒரு நியூட்ரான் மோதும் போது அவ்வணு பிளக்கப்பட்டு வெப்பம் வெளியாவ துடன் பல கூடுதல் நியூட்ரான்களும் வெளிவருகின்றன. இந்த நியூட்ரான்கள் மற்ற 235 U அணுக்களுடன் மோதிப் பிளவினை உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய செயற்பாட்டின் போது மிகுந்த அளவு நியூட்ரான்கள் பிளவுண்ட அணுவிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டு மிகுந்த அளவு 235 U அணுக்களைப் பிளவுறச் செய்து நியூட்ரான் தொடர் இயக்கம் தொடங்கி வெப்பம் தொடர்ந்து ஆக்கப்படுகின்றது. இவ்வெப்பச் சக்தி நீராவிச் சக்தி நிலையத்தை இயக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

அணுக்கருக் கொதிகலனையும், உள்ளடங்கிய அமைப்பையும், பாய்வு வரை படத்தையும் முறையே படங்கள் 48, 49, 50 இல் காணலாம்.

உலை அழுத்தக் கொள்கலத்தில் (Reactor pressure vessel) வைக்கப்பட்டுள்ள சிறிதளவே செறிவூட்டம் பெற்ற UO_2 உலை உட்பகுதியில், பிளவுறுதல் நடைபெறுகின்றது. இவ்வுலைக் கொள்கலமானது உருளை வடிவினைக் கொண்டதாய், அதன் உச்சியும் அடிப்புறத் தலைப்பகுதியும் அரைக் கோள வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். அடிப்புற நுழைவினைக் கொண்ட சிலுவை வடிவக் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்களின் வழியாக, உலை உட்பகுதிக்குத் தேவையான வெப்பத் தொடர் வழங்கப்பட்டு உலை கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. நிலையத்தில் பயன்படுத்தும் கட்டுப்பாட்டுக் கோலினைப் படம் 51 இல் காணலாம். உலையின் மேற்பகுதியில் உலை உட்பகுதிக்குள் செலுத்தும் இயங்கு அமைப்புகள் இல்லாத வடிவமைப்பினால் மீள் எரிபொருளூட்டம் செய்வது எளிதாகின்றது. உலை உட்புறத்தின் மேலாக நீராவியினைப் பிரிக்கும் அமைப்புகளும் நீராவியை உலர்த்தும் அமைப்புகளும் உள்ளன.



படம் 48. தாராபூர் அணு சக்தித் திட்டத்தின் அணுக்கருக் கொதிகலன்.

உலை உட்பகுதியில் அமைந்துள்ள கண்டறியும் கருவி அமைப்பின் வழியாக உலையினை இயக்குபவர் எரி பொருள் எரியும் அளவு, உலை உட்பகுதி இயக்கம், கட்டுப்பாட்டுக் கோல் நகர்த்தும் வீதம் ஆகியவற்றை அறிய இயலும். சிர்கலாய்-2 இனால் அணியப் பெற்று எரிபொருட் கூறுகள் (Fuel elements) இயங்கு நிலையில் முழுவதுமாகச் சோதிக்கப்பட்டு உகந்த எரிபொருள் செயற்பாடு உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. நிலையத்தில் பயன்படுத்தும் எரிபொருளையும் அதன் கூறுகளையும் படம் 52இல் காணலாம்.

இரண்டு தொகுதிகளைக் கொண்ட தாராபூர் நிலையத்தின் உலை அமைப்பு இரண்டிற்கும் ஏற்ற சுழற்சியைப் பெற்ற (Dual cycle), விசைச் சுழற்சியைக் கொண்ட கொதி நீர் உலையாகும். அதாவது 70.3 கி.கி/ச.செ.மீ. அழுத்தத்தில் 285° செ. வெப்ப நிலையைக் கொண்ட செறிந்த நீராவி, உலைக் கொள்கலத்தில் ஆக்கப்பட்டு உயர் அழுத்தச் சுழலிக்குச் (High pressure turbine) செலுத்தப்படுகின்றது. இக்குளிர்விப்பான் (Coolant) வெப்பப் பரிமாற்றிகள் (Heat exchangers) வழியாகச் செல்லும்போது 35கி.கி/ச.செ.மீ. அழுத்தத்திலும் 243° செ. வெப்ப நிலையிலும் துணை நீராவி ஆக்கப்பட்டு, குறைவழுத்தச் சுழலி வரிசைகளுக்குச் செலுத்தப்படுகின்றது. அராபியக் கடலிலிருந்து பெறப்பட்ட குளிர்ந்த நீர் வடிகலனில் (Condenser) நீராவியை வடிக்கின்றது. வடிக்கப்பட்ட நீரினை (Condensate) பம்புகளால், ஊட்டு நீர் வெப்பப்படுத்தும் கருவிகள் (Feed water heaters) வழியாகச் செலுத்தும்போது அதன் வெப்பநிலை 204° செ. அளவிற்கு உயர்த்தப்பட்டு ஊட்டு நீர் தூவு கலங்கள் (Feed water spargers) வழியாக உலைக் கொள்கலத்தினுள் (Reactor vessel) நுழைகின்றது. உலை உட்பகுதியின் மூடி (Core shroud), உலைக் கொள்கலச் சுவர் (Vessel wall) இவற்றிற்கு இடையில் அமைந்த வளை வடிவ அமைப்பில் (Annulus) நீராவி பிரிக்கும் அமைப்பிலிருந்து (Steam separators) பெற்ற கீழ்ப் புறப் பாய்வைக் கொண்ட நீருடன் ஊட்டு நீர் (Feed water) கலக்கின்றது. உலைக் கொள்கலத்திலிருந்து மீள் சுழற்சிக்கான வெளிவழியில் (Recirculation outlet) இப்பாய்வினை எடுத்து, பம்புகள் மூலம் துணை நீராவி ஆக்கிகள் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டுப் பின்னர் உலைக் கொள்கலத்தில் மீள்சுழற்சிக்கான உள்வழியை வந்தடைகிறது. இப்பாய்வு உலை உட்பகுதி வழியாக மேற்புறம் நோக்கிச் சென்று நீராவியாக ஆக்கப்படுகின்றது. பிரிக்கும் அமைப்புகள், உலர்த்தும் அமைப்புகளிலிருந்து நீரானது நீராவியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட நீரானது வளை வடிவ அமைப்பில் வந்து சேர்ந்து சுழற்சியைத் திரும்பச் செய்கின்றது. சுழலிகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அமைந்து ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட (Tandem compound) இரட்டைப் பாய்வினைக் கொண்ட தொகுதிகளாகும். இதனுடைய இறுதிக் கட்டத்தில் அமைந்த வாளிகள் Last stage buckets) 890 மி.மி. அளவினைக் கொண்டவை. உயர் அழுத்தச் சுழலிக்கு அடுத்து ஈரத்தைப் பிரிக்கும் அமைப்புகள் (Moisture Separators), ஈரத்தை நீக்கும் வாளிகள் அல்லது அலகுகளைக் (Buckets or blades) கொண்டுள்ளன. இவை நீராவியானது சுழலி இறுதிவரை சென்றடைவதற்கு முன்பாகவே, நீராவியிலுள்ள கூடுதல் ஈரத்தினை நீக்குகின்றன. இதனால் சுழலியில் நீரினால் தோன்றும் அரிப்பு குறைக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு மின் ஆக்கியும் (Generator) 2,48,000 கி.வோ.ஆ. (Kilo volt ampere) திறன் கொண்டு இயங்கி நிலையத்தின் கிழக்கில் அமைந்த மின் கட்டுப்பாட்டு முற்றத்தில் மின் சக்தியைச் செலுத்துகின்றது. மஹாராஷ்டிரா, குஜராத் மாநிலங்களிலுள்ள மின் பயனீட்டாளர்களுக்கு மின் சக்தி 220 கி.வோ. மின் அழுத்தம் கொண்ட செலுத்தும் கம்பிகள் (Transmission lines) வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது.

நிலையப் பாதுகாப்பும் சூழ்நிலைப் பாதுகாப்பும்
(Safety of Plant and the Environment)

அணுக்கருத் தொழில் நுட்பப் பயன்பாடு தனித்தன்மை வாய்ந்த தேவைகளைக் கொண்டதாய் உள்ளது. அவையாவன இடஅமைவு, தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்க வேண்டிய தேவை, சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையைத் தெரிந்து எடுத்தல், இயங்கும் பண்புகள், நிலைய மேலாளுமை (Plant management), கதிரியக்கக் கழிவு மேலாளுமை (Waste management), பாதுகாப்புத் தரங்கள் (Safety standards) ஆகியவையாகும். அணுக்கருத் தொழில் நுட்பம் கடந்த சில ஆண்டுகளில் உருவாக்கப்பட்டதாகும். எனவே இத்தொழில் நுட்பம் உடல்நலம், பாதுகாப்பு, சூழ்நிலை ஆகியவற்றுடன் மிகுந்த அளவில் தொடர்பைக் கொண்டுள்ளது.

அணுக்கருச் சக்தி நிலையத்தை இயக்குவதற்கு அனைத்து நாட்டுக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் ஏற்புடைய தரங்களைக் கொண்ட கதிர்வீச்சுக்கு உட்பட்டதாய், நிலையத்தையும் அதன் பல்வேறு அமைப்புகளையும் கையாள வேண்டிய நிலையிலுள்ளது. இக்கதிர்வீச்சு எல்லைகள், அடையத் தக்க மிகவும் குறைந்த அளவினைக் கொண்டு, நிலையத்தில் வேலை செய்பவர்களுக்கும், பொது மக்களுக்கும், இயற்கைப் பின்னணியுடன் எவ்வளவு அருகில் இருக்க வேண்டுமோ அவ்வளவு அருகில் இருக்குமாறு அமைக்கவேண்டும். இதனைப் பின்வரும் அட்டவணையின் வாயிலாக அறியலாம்.

ஜெட் விமானங்கள் 10,000 மீட்டர்கள் உயரத்தில் பறந்து கண்டறிந்த அண்டவெளிக் கதிர்களின் அளவு 3,800 மில்லி ம.இ.இரா./ஆண்டு ஆகும்.

மனிதனால் உண்டாக்கப்பட்ட கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தும் பயன்பாடு மருத்துவத் துறையில் X-கதிர் வழியாக நோய் அறுதியிடுவதாகும். X-கதிர் வழியாக நோய்க் குறியைக் காணும் முறையினை நிறுத்த இயலு

இயற்கைப் பின்னணியுடன் கூடிய அளவுகள்

(சராசரி)

கதிர்வீச்சு	ஆண் பெண் பிறப்புறுப்புகள் இரண்டுக்கும் பொது நிலையான, திரிபுறாத நுண்ம உயிர்மத்திற்கும், எலும்பிற்குள் இருக்கும் மஜ்ஜைக்கும் (Gonads & bonemarrow) உட்கொள்ளப்படும் அளவு மில்லி ம.இ.இரா.*/ஆண்டிற்கு	
	சராசரியான (Mean)	எல்லை (Range)
அண்டவெளிக் கதிர்கள் (Cosmic rays) (γ மற்றும் நியூட்ரான்கள்)	28	27-30
பூமியிலமைந்த கட்டடங்கள், பாறைகள் முதலான	38	27-150
உடலின் உள்ளுறுப்புகள்	19	17-21
α - வெளிவிடும் பொருள்	2	2
இயற்கை மூலங்களிலிருந்து மொத்தமாக	87	65-200

* கதிர்வீச்சின் அளவு.

ம.இ.இரா -- மனிதன் ஏற்கும் இணையான ராண்ட்ஜன் அளவு - Roentgen equivalent man (rem)

வதில்லை. ஆனால் இக்கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்துவதைக் குறைக்கும் முயற்சிகள் தொடர வேண்டியுள்ளது.

எந்த ஒரு மூலத்தினின்றும் மனிதனைக் கதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்துவதைத் தகுந்த முறையில் ஆராயவேண்டும். கதிர்வீச்சு அற்றதொரு சுற்றுப்புறம் கிடைக்கவும் பெறாது. இது தேவையான குறிக்கோளைக் கொண்டதாயும் இல்லை.

தனி மனிதனால் கதிர்வீச்சு உட்கொள்ளப்படும் எல்லைகளைப் பின்வரும் அட்டவணையில் காண்க.

இந்த அளவுகள் உச்ச அளவுகளாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஊடுருவும் கதிர்களின் கதிரியக்கக் காப்பிற்கான அனைத்து நாட்டுக் கழகம் (International Commission on Radiological Protection) அறுதியிட்டுக் கூறுவது யாதெனில், மருத்துவத் துறையில் பெறும் கதிர்வீச்சு அல்லாமல், மற்ற மூலகங்களிலிருந்து பெறப்படும் அயனியாக்கம் செய்யும் கதிர்வீச்சின் அளவு மிக மிகக் குறைந்த அளவுடன் இருக்க வேண்டும் என்பதாகும். கதிர்வீச்சின் 'அபாய அளவின் ஏற்கத் தக்க எல்லை' என்னும் கருத்து அணுக்கருத் தொழிலில் தனித்தன்மை பெற்றதாகும். இக்கருத்தினைக் கொண்டு அணுக்கரு நிலையத்தின் வடிவமைப்பும் இயக்கமும், உடல் சார்ந்த கட்டுப்பாடுகள் கொண்டிருக்குமாறு அமைக்கப்படுகின்றன. மிக்க அளவில் கதிரியக்கத்தைச் சுற்றுப்புறத்திற்கு வெளிவிடும் ஓர் இடத்தில் பல தடைகளின் தொடர் அமைக்கப்பட்டு வேண்டிய காப்பீட்டைப் பெறலாம்.

தாராபூர் அணுமின் நிலையத்தின் உலைகள் இரண்டு உள்ளடக்கும் அமைப்புகளில் அடங்கப் பெற்று

உறுப்புகள் அல்லது திசு	முழு வளர்ச்சியடைந்தவர்களுக்கான அனுமதிக்கத் தக்க உச்ச உட் கொள்ளப்படும் அளவு. (மில்லி ம.இ.இரா./ ஆண்டு)	
	பொது மக்கள்	வேலையில் பயன் படுத்தப் படும் ஆட்கள்
விந்தகம், பெண் கருப்பை (Testes, ovaries) எலும்பு செங்குருத்து (Red bone marrow)	500	5000
தோல், எலும்பு, அடிக்கழுத்துச் சுரப்பி (Thyroid)	3000*	30000
கைகள், முன்கைகள், கால்கள், கணுக்கால்கள்	7500	75000
மற்ற தனித்த உறுப்புகள்	1500	15000

* 1500, வயது 16க்குள் இருக்கும்போது

கதிரியக்க ஒழுக்கின் அளவின் தரம் மிகமிகக் குறைந்த அளவினை உடையதாயும், தனித்த இட அமைவினைக் கொண்டதாயும் கட்டப்பட்டுள்ளது. காற்றினை வெளிச் செலுத்தும் அமைப்புகள் (Ventilation systems) முழுவதும் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஏதேனும் ஒரு விபத்து நேரும் போது, இவ்வமைப்புகள் தாமாகவே இயங்கி வெளிச்செல்லும் காற்றிலுள்ள கதிர்வீச்சுப் பொருள்களையும், பெருந்துகள்களையும் உயர் திறன் கொண்ட வடிகட்டும் அமைப்புகளில் வடி கட்டுகின்றன. இதன் பின்னர் இக்காற்று 120 மீ. உயரமுடைய புகை போக்கியின் வழியாக வாயு மண்ட லத்திற்கு வெளியேற்றப்படுகின்றது.

சுற்றுப்புறப் பாதுகாப்புத் தொடர்பாக, இந்நிலை யத்தைக் கட்டும் போதே சுற்றுப்புற ஆய்விற்கான நிலையம் (Environmental Survey Station) ஒன்று அமைக்கப்பட்டது. முதலிலிருந்தே இந்நிலையம் 30 கி.மீ. எல்லைக்குள் அமைந்த கதிர்வீச்சு அளவுகளைக் கண்டறிந்து தெரிவித்து வருகின்றது; தாவரங்கள், பால், நீர், வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் பொருள்களில் உட்கொள்ளப்பட்ட கதிர்வீச்சின் அளவுகளைக் கண்ட றிந்து தெரிவித்து வருகின்றது. இப்பொருள்களில் அமைந்த கதிரியக்கத்தின் இயல்பினை அறிந்து அது எவ்விடத்திலிருந்து வந்தது என்பதைக் கண்ட றிந்து, அதனைக் குறைப்பதற்கான வழிவகைகள் மேற் கொள்ளப்படுகின்றன

வெளிச் செல்லும் வாயுக்கள் பரவுதலை முன்னறி விப்புச் செய்வதற்காக நுட்பமான வானிலை ஆய்வுத் தகவல் தருவது நிலைய இருப்பிடத்தில் தேவையா கின்றது. இதற்கென நவீன சாதனங்களைக் கொண்ட 130 மீட்டர் உயரமுடைய கண்காணிப்புக் கோபுரமும் கட்டிடங்களும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வானிலைக் குறிப்புகளான காற்றின் வேகம், அதன் திசை, மழை யளவு, வெப்ப நிலை போன்றவற்றைக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் வானிலை ஆய்வுத்தகவல் தரும் நிலையம் சேகரித்துத் தகவல் வழங்கி வருகின்றது.

மீள் எரிபொருளூட்டம்

வழக்கமான வெப்பநிலையத்திற்கும அணுமின் நிலை யத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு யாதெனில், அணுமின் நிலையத்தில் உண்டாக்கப்பெறும் அதே அளவு மின் சாரத்தை ஒரு வெப்ப நிலையம் உண்டாக்கவேண்டு மென்றால் ஓர் ஆண்டிற்கு ஒரு மில்லியன் டன்கள் அள விலான உயர்ரக நிலக்கரி தேவையாகின்றது. இதற்கு மாறாக இவ்வணு மின் நிலையம் ஓர் ஆண்டிற்கு 20 டன்கள் அளவிலான யுரேனியத்தை மட்டும் பயன் படுத்துகின்றது. நிலையத்தின் இருதொகுதிகளிலும் சுமையிறக்கம் செய்த பின்னர் மீள் எரிபொருளூட்டம் நிகழ்கின்றது. ஒவ்வொரு முறையும் ஒவ்வொரு தொகுதியிலிருந்தும் உலை உட்பகுதியின் 40 டன்கள் எரிபொருளிலிருந்து சுமார் 10 டன்கள் தீர்வுற்ற எரி பொருளாக எடுக்கப்பட்டுப் புதிய எரிபொருள் ஊட்டப் பெற்று, நிலையச் சக்தி இயக்கத்தை 12 மாதங்கள் முதல் 18 மாதங்கள் வரை தொடர வைக்கின்றது.

மீள் எரிபொருளூட்டம் செய்வது தனித் தன்மை வாய்ந்த தொழிலாகும். உலையை மூடிய பின்னர்,

பளுவான காப்பீடுகளையும், உள்ளடக்கிய கொள் கலத்தின் தலைப் பகுதியையும் (Containment vessel head) உலைக் கொள்கலத் தலைப் பகுதியையும் (Reactor vessel head), நீராவியினை உலர்த்திப் பிரிக்கும் தொகுதிகளையும் (Steam dryer separator units) திறந்த பின்னரே, உலை உட்பகுதிக்கு வழி காண முடிகின்றது. உலைக் கொள் கலத்தினுள் அமைந்த உறுப்புகள் மிகவும் கதிரியக்கம் கொண்டிருப்பதால் கதிரியக்கக் காப்பிற்காக உலைக்கொள்கலத்தின் மேலமைந்த குழியில் நீர் நிறைந்த நிலையில் நீராவியை உலர்த்தும் அமைப்புகளும், நீராவியைப் பிரிக்கும் அமைப்புகளும் எரிபொருளூட்டத்திற்காக நீக்கப்படுகின்றன. உலை உட்பகுதி மிக்க கதிரியக்கம் கொண்டதாய் உள்ளது. 8 இலிருந்து 10 மீட்டர் ஆழத்தில், 3 மீட்டர் நீர்க்காப்பீட்டில் (Water shield) தீர்வுற்ற எரிபொருளை நீக்கி அதனைத் தேக்கிவைக்கும் குளத்திற்கு மாற்றுவார்கள். இங்கு வெப்பத்தை இழந்தபின்னர், அது மேற்கொண்டு செயல் முறைபடுத்தப்படுகின்றது. பாதுகாப்புடைய அமைப்புகளில் புதிய எரிபொருள் அடைக்கப்பட்டு, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இடங்களில் கீழே இறக்கப்படுகின்றன. இவையாவும் நீருள், தேவையான வெளிச்சத்துடனும், பாலத்தின் மீது நகரும் தனித்தன்மை வாய்ந்த பற்றிப் பிடிக்கும் தன்மையுடைய மீள்எரிபொருளூட்டும் கருவியின் உதவியாலும் நடைபெறுகின்றன. உலை மூடிய (Shut down) பின்னரே உலை அமைப்பைச் சார்ந்த எல்லா உறுப்புகளையும் அடைய முடிவதால், மீள் எரிபொருளூட்டத்தின்போது திறக்கப்படும் வாய்ப்பினை நன்கு பயன்படுத்திக் கருவிகள், வால்வுகள், பம்புகள், பாதுகாப்பு அமைப்புகள் போன்றவற்றைப் பராமரித்து, அதன் நம்பகமான இயக்கத்தைத் தேவையான இயக்க எல்லைகளில் சோதித்துக் கண்டறியலாம். இம்முறையின் போது, பல்வேறுபட்ட துறையைச் சார்ந்த பொறிஞர்களின் ஒத்துழைப்பினால் மட்டுமே உயர்தரத்தினை அடையலாம். சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்தான், நிலையப் பணியாட்கள், மீள் எரிபொருளூட்டும் கலையினை நன்கு அறிந்தனர். நீரினடியில் கையாளும் போது, பல்வேறு பட்ட தொலை தூரக் கட்டுப்பாடுகளைக் கொண்ட கருவிகளைக் கொண்டு உலை உட்பகுதியில் தனித்தன்மை வாய்ந்த இயக்கங்கள் நிறைவேற்றப்பட்டன. மூடிய சுற்று வழித் தொலைக் காட்சி அமைப்பின் (Closed circuit television system) வழியாக தொலை தூர இயக்கங்களைக் கண்டறியும் தொழில் நுட்பமும், உறுப்புகளைத் தொலை தூரக் கட்டுப்பாட்டினால் கையாளும் தொழில் நுட்பமும் உருவாக்கப்பட்டுச் செயற்படுத்தப் பட்டன. அனுபவத்தில் அறிந்தது யாதெனில் மீள் எரிபொருளூட்டத்தின் போது எதிர் நோக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு பிரச்சினையையும் தீர்க்கத் தனித் தன்மை வாய்ந்த தொழில் நுட்பத்தையும் கருவிகளையும் பயன் படுத்த வேண்டியதாகின்றது என்பதே.

உலையில் அத்தகைய வேலை செய்யும் போதே, அழுத்த உறுப்புகளின் ஆய்வு, சுழலி-மின் ஆக்கி (Turbine-Generator) பம்புகள், வால்வுகள், வடிகலன்கள் (Condensers), வெப்பப் பரிமாற்றிகள் (Heat Exchangers), கருவிகள், மின்சாதனங்கள் இவற்றின் பராமரிப்பு ஆகியவற்றைச் செய்ய வேண்டும்.

நல்லதொரு ஒத்துழைப்புடன், குறைந்த கால அளவில் இவ்வேலைகளை நிறைவேற்ற வேண்டியதாகின்றது.

கொதிநீர் உலைக்கான எரிபொருள்
(Boiling water reactor fuel)

மென்னீரைத் தாமதப்படுத்தியாகப் (Moderator) பயன் படுத்துவதால், தாராபூரில் அமைந்த கொதிநீர் உலைகளில் செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியம் (2.4% சராசரி) எரிபொருளாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. செறிவூட்டும் முறை மிக்க செலவினைக் கொண்ட முறையாகும். இம்முறை உயர்ந்த தொழில் நுட்பத்தினையும் அதிகச் செலவினையும் கொண்டதாய் அமைகின்றது. செறிவூட்டப் பட்ட யுரேனியத்தைப் பயன்படுத்தும் போது உலைவடிவமைப்பு எளிமையாக்கப்பட்டு, மென்னீரைத் தாமதப்படுத்தியாகப் பயன்படுத்துவதற்கு வகை செய்கின்றது. மூலப் பொருளான செறிவூட்டப்பட்ட யுரேனியம் ஹெக்சாஃப்ளோரைட் வடிவில் பிரான்சிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப்படுகின்றது. ஹெக்சாஃப்ளோரைட் வடிவிலான யுரேனியமானது ஆக்சைடு தூளாக மாற்றம் செய்யப்பட்டு, சிர்கோனியத்தையும் துருப்பிடிக்காத எஃகுப் பொருள்களையும் பயன் படுத்தி, எரிபொருட் கூறுகள் (Fuel elements) தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவை யாவும் ஹைதராபாத்திலுள்ள அணுக்கரு எரிபொருள் தொழிலகத்தில் நடைபெற்று, எரிபொருட் கூறுகளாகத் தாராபூர் அணு மின் நிலையத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தாராபூர் அணுமின் நிலையத்தின் தொழில் நுட்ப விவரங்கள் :

மொத்த ஆக்க அளவு (கி.வா.மி.) (கிலோ வாட் மின்சாரம்)		420,000
நிகர ஆக்க அளவு கி.வா.		380000
நிகர நிலைய வெப்ப வீதம் (கி.க/கி.வா.ம.) (கிலோ கலோரி/கிலோ வாட் மணி)		2989
உலைக் கொள்கலம் (இரு தொகுதிகளும் ஒருமித்தது),		
நீளம் (உட்புற)	மீட்டர்கள்	16.408

விட்டம் (உட்புற)	மீட்டர்கள்	3.66
எடை (தலைப்பகுதியுடன்)	மெட்ரிக் டன்கள்	243.63
எடை (முழுச்சுமையுடன்)	மெட்ரிக் டன்கள்	680
உலை உட்பகுதி (இரு தொகுதிகளும் ஒருமித்தது)		
வெப்ப ஆக்க அளவு (மெ.வா.வெ.) (மெகாவாட் வெப்பம்)		708
எரிபொருள் கூட்டமைப்புக்கள்		284
கட்டுப் பாட்டுக் கோல்கள்		69
உள் உலைப் பகுதியின் நிலையினைத் தெரிவிக்கும் அமைப்புகள்		13
செயல் விளைவுடைய எரிபொருள் நீளம்	மீட்டர்கள்	3.66
சுற்றியமைந்த உள் உலைப் பகுதி விட்டம்	மீட்டர்கள்	2.616
எரிபொருள் (உருண்டைகள்) (சிறிதளவு செறிவூட்டப் பட்டது)		UO_2
எரிபொருள் அணிவிப்பு		சிர்கோனியம்-2
ஆரம்ப எரிபொருள் கொள்ளும் அளவு (மெ.ட.யு.) மெட்ரிக் டன் யுரேனியம்		39.46

கொதிகலன் அமைப்பு

நீராவிப் பாய்வு (மெ.ட/மணி) (மெட்ரிக் டன்/மணி)	முதன்மை	904
	துணை	425
சுழற்சி		இரண்டிற்குமானது
வெளிப்புறச் சுற்று வளைவுகள்		2
நீராவி ஆக்கிகள்		2

கட்டுமான விவரங்கள்		
தரமான கான்கிரீட்	கன மீட்டர்கள்	84101
வலியூட்டத்திற்கான எஃகு	(மெட்ரிக் டன்கள்)	10,909
சிமெண்ட்	(மெ.டன்கள்)	40000
ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட பொருளளவு	கன மீட்டர்கள்	80277
மணல்	கன மீட்டர்கள்	39757
குழாய்கள்	கி.மீ.கள்	64
மின்வடங்கள்	கி.மீ.கள்	400
வால்வுகள்		3800

நன்றி: தாராபூர் அணுமின் நிலையம்.

அணு எடை

அணுவானது 10^{-10} மீட்டர் எனுமளவில் மிக நுண்ணியதாக இருப்பதால் அதனை ஆற்றல் வாய்ந்த நுண்ணோக்கி கொண்டும் காண்பது அருமை. எனவே, அதனை நிறுத்துத் தனி எடையைக் காண்பது என்ற பேச்சுக்கே இடமில்லை! ஆதலால், பொருள்கள் யாவும் அணுக்களால் ஆகியிருக்கின்றன என்ற கொள்கையை முதன் முதல் வெளியிட்டு விளக்கிய டால்டன் (Dalton) என்ற வேதியியல் அறிஞர் அணுக்களின் ஒப்புஎடை என்ற ஒன்றினைக் குறிப்பிட்டார். இதன்படி அய்ட்ரஜன் (Hydrogen) அணுவை அடிப்படையாகக் கொண்டு மற்ற அணுக்கள் அதைப்போல் எத்தனை மடங்கு எடையுடையன எனக் கூறுவது மரபாயிற்று. தனிமங்கள் யாவற்றிலும் அய்ட்ரஜன் இலேசானது என்பதால் அதன் அணு எடை ஒன்று எனக் கொள்ளப்பட்டது. இவ்வடிப்படையில் ஆக்சிஜன் அணு எடை 16 எனக் கூறும்போது ஆக்சிஜன் அணு அய்ட்ரஜன் அணுவைப் போல் 16 மடங்கு எடையுடையது என உணர்ந்து கொள்கிறோம். அவ்வாறே, குளோரினின் அணு எடை 35.5 என்று நாம் சொல்லும்போது குளோரினின் ஓர் அணுவானது அய்ட்ரஜனின் ஓர் அணுவை விட 35.5 மடங்கு அதிக எடையுடையது என்றாகும். எனவே, ஒரு தனிமத்தின் அணுஎடை என்பது அது ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவினைப் போல் எத்தனை மடங்கு பளுவாக உள்ளது என்பதைக் குறிக்கும்.

$$\text{அணு எடை} = \frac{\text{தனிமத்தின் ஓர் அணுவின் எடை}}{\text{அய்ட்ரஜனின் ஓர் அணுவின் எடை}}$$

அணு எடை என்பது ஓர் எண்; ஓர் எடை அன்று. அணு எடை ஒப்பளவினதே, உண்மை அளவினது அன்று என்பதை நாம் நினைவிற் கொள்ளவேண்டும்.

நடைமுறை அளவீடுகளுக்காக அணுஎடையினைக் கிராம் கணக்கில் சொல்வது கிராம் அணுஎடை அல்லது கிராம் அணு எனப்படும். அவ்வகையில் ஒரு கிராம் அணு ஆக்சிஜன் = 16 கிராம்; ஒரு கிராம் அணு குளோரின் = 35.5 கிராம். அணு எடை ஓர் எண்ணென்று கூறியபின் அஃது ஆக்சிஜனுக்கு 16 கிராம் எனக் கூறுவது என்ன எனின் 6.023×10^{23} (அவாகட்ரோ எண்) ஆக்சிஜன் அணுக்களின் நிறையெனப் பொருளாம். SI அலகுத் திட்டத்தில் இதனைக் கிலோகிராம் அணு என்பர். அஃது 6.023×10^{26} அணுக்களின் நிறை கிலோகிராமில் அளிக்கப்படுவதாகும். இந்நாளில் ஆக்சிஜன் அணு எடை = 16 அல்லது கார்பனின் அணு எடை = 12 என்பதை அடியாகக் கொண்டு கணக்கிடப்படுகின்றன.

எனவே, ஒரு தனிமத்தின் அணு எடை என்பது ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவின் பதினாறில் ஒரு பங்கு (1/16) அல்லது ஒரு கார்பன் அணுவின் பன்னிரண்டில் ஒரு பங்கை (1/12)விட எத்தனை மடங்கு பளுவாக உள்ளது என்பதேயாகும்.

அணு எண்

அணுக்கருவில் உள்ள அடிப்படை நேர்மின்னூட்டமுடைய அடிப்படைத் துகள்களாம் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையே அணு எண். இதை Z என்னும் ஆங்கில எழுத்தால் குறிப்பிடுவது மரபு. மின் நடுநிலையிலுள்ள அணுக்களில் அணுக்கருவின் புற எலக்ட்ரான் எண்ணிக்கையும் அணு எண்ணாகக் கொள்ளலாம். ஒரே அணு எண் உள்ள எல்லா அணுக்களும் (எல்லா ஓரிடத்தனிமங்களும் (Isotopes) ஒரே தனிமத்தையே சாரும் எனவே மிகக் குறைந்த நிறையுள்ள தனிமமான அய்ட்ரஜனின் (Hydrogen) அணுவெண் ஒன்றாகும். அதேபோல் நிறைமிக்க தனிமமாம் யுரேனியத்தின் அணுவெண் 92 ஆகும். அணு எண் 92-க்கும் 103-க்கும் இடையிலுள்ள எல்லாத் தனிமங்களும் இயற்கையில் தோன்றி மறைவன அல்லது செயற்கையாக உருவாக்கப்படுவன.

ஒரு தனிமத்தின் அணுஎண் அத்தனிமக் குறியீட்டின் இடது கீழ்க்கோடியில் குறிக்கப்படும்.

அதாவது $_{1}H$, $_{92}U$ என்பன இதற்கு எடுத்துக் காட்டுகள். பார்க்க : நிறை எண்.

அணுக் கட்டமைப்புக் கணக்கீடு

குறைந்த அழுத்தத்தில் வளிமம் அடைக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை மின்னிறக்கத்திற்கு (Electric discharge) உட் படுத்தினால் கதிர்வீச்சு (Radiation) வெளிப்படுவதைக் காணலாம். இந்தக் கதிர்வீச்சை நிறமாலைமானி (Spectroscope) மூலம் காணும் போது தெரிகின்ற தெளிவான கோடுகளின் அமைப்பை நிறமாலை (Spectrum) என்பர். இத்தகைய நிறமாலை உண்டாவதற்கு அணுக்களே (Atoms), (குறிப்பாக எலக்ட்ரான்களே) காரணமாக இருப்பதால் இந்த நிறமாலையை அணு நிறமாலை என்பர். ஒவ்வொரு தனிமமும் (Element) தன்னுடைய பண்பிற்கு ஏற்ப அணு நிறமாலையை உண்டாக்குகிறது. அணுக்களில் பல எலக்ட்ரான்கள் உள்ளதால் பொதுவாக அவற்றின் நிறமாலையில் நூற்றுக் கணக்கில் கோடுகள் காணப்படுகின்றன. இதனால் பல எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட அணுக்களில் அணுக்கட்டமைப்புக் கணக்கீடுகள் (Atomic structure calculations) கடினமாக அமைவது இயல்பே.

போர் (Bohr), பிளாங்க் (Planck), அய்ன்ஸ்டைன் (Einstein) முதலானோர்களால் உருவாக்கப்பட்ட பழங்குவாண்டம் கொள்கை (Classical quantum theory) யைக் கொண்டு அய்ட்ரஜன் போன்ற அணுக்களின் நிறமாலைத் தொடரை (Spectral series) விவரித்துக்

கூறலாம். ஆயினும் இரண்டு எலக்ட்ரான்களுக்கு மேற்பட்ட அணுக்களின் நிறமாலையை இந்தக் கொள்கையின் படி விளக்க முடியவில்லை. மேலும், சில நிறமாலையின் கோடுகள் அதிகச் செறிவு உள்ளவையாகவும் இருக்கக் காரணம் என்ன என்பதையும் விளக்கிக் கூற முடியவில்லை. எனவே பழங் குவாண்டம் கொள்கையின் குறைகளை அகற்றவும் தோற்றப் பாடுகளைச் சீராக விளக்கவும், புதியகுவாண்டம் இயக்கவியல் (New quantum mechanics) தோன்றியது. இந்தப் புதிய குவாண்டம் இயக்கவியலைப் பயன்படுத்தி அணு அமைப்பைக் கணக்கிட உதவும்சில தோராய முறைகளை (Approximate methods) மிக எளிதாக உருவாக்கிக் கொள்ளலாம்.

பல எலக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுக் கணக்கீட்டில் நிலவும் சிக்கல்கள்

புதிய குவாண்டம் இயக்கவியலை உண்டாக்கியவர்களுள் ஒருவரான சுரோடிங்கர் (Schro-dinger) ஓர் எலக்ட்ரான் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவில் தோன்றும் நிறமாலையைச் சிறப்பாக விளக்கினார். இத்தகைய ஓர் எலக்ட்ரான் அணுக் கணக்கீடுகளில் பயன்படும் அலைச்சார்பை (Wave function) ஓர் எலக்ட்ரான் அலைச்சார்பு (One electron wave function) என்றழைப்பர். இது ஓர் எலக்ட்ரானின் வெளி, தற்சுழற்சி (Spin), ஆயத்தொலைவுகளை (Coordinates) மட்டுமே பொறுத்திருக்கிறது. ஆனால் பல எலக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுவை ஆராயும் போது பயன்படும் பல எலக்ட்ரான் அலைச்சார்பு (Many electron wave function) எல்லா எலக்ட்ரான்களின் ஆயத் தொலைவுகளையும் சார்ந்திருப்பதால் கணக்கீடு செய்வது கடினமாக உள்ளது.

அணு எண் (Atomic number) Z—உள்ள ஒரு பல எலக்டரான் அணுவின் மையத்தில் +Ze என்ற மின்னூட்டம் (Electric charge) உள்ள அணுக்கரு (Nucleus) உள்ளது. அந்த அணுக்கருவை, எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற Z எலக்ட்ரான்கள் சுற்றி வருகின்றன. இவ்வாறு சுற்றி வரும் ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானும் கீழ்க்காணும் இருவகை விசைக்குள்ளாகின்றன. அதாவது ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானும், அணுக்கருவிற்கும் அதற்கும் இடையே இருக்கும் கூலும் (Coulomb) கவர்ச்சி விசை (Attractive force) (Z-1), பிற எலக்ட்ரான்களுக்கும் அதற்கும் இடையே கூலும் எதிர்விசை (Repulsive force) ஆகிய இரண்டின் பாதிப்புகளுக்கும் உட்பட்டே சுற்றி வரும். எனவே பல எலெக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுக் கணக்கீட்டில் மேலே சொல்லப்பட்ட கருத்துகளை மனத்தில் கொண்டு செயல்படுதல் வேண்டும்.

மையப்புலத் தோராயம்

ஹார்ட்ரி (Hartree) என்பார், 1925ஆம் ஆண்டில் பல எலக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுக் கணக்கீடுகளில் நிலவும் சிக்கல்களை மனத்தில் கொண்டு, சுரோடிங்கர் அலைச் சமன்பாட்டின் (Wave equation) மூலம் தீர்வு காணும் முறையொன்றைக் கண்டார். இவருடைய கணக்கீட்டில் பயன்படுத்திய முதல் தோராயம், மையப் புலத் தோராயம் (Central field approximation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதன்படி அணுவில் உள்ள ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானும் கோளச் சமச்சீர் கொண்ட மின்னழுத்தத்தில் (Spherically symmetry potential) இயங்கிக் கொண்டிருப்பதாகக் கருதவேண்டும். இதன் நிலையாற்றலை (Potential energy) V (r) என்று குறிப்பிடலாம். மேலும் ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானும், அணுக் கருவும், மற்றுமுள்ள (Z-1) எலக்ட்ரான்களும் சேர்ந்து உண்டாகும் தோராயமான மின்னழுத்தப் புலத்திலேயே (Average out potential field) சுற்றுவதாகக் கொள்ளவேண்டும். அத்தகைய எலக்ட்ரானின் நிலையை (State) அதற்கு மட்டுமே உரித்தான அலைச்சார்பு மூலம் குறிக்கவேண்டும். இத்தகைய எடுகோளைச் (Postulate) சார்பிலாத் துகளின் படிமம் (Independent particle model) என்றழைப்பர். எடுத்துக்காட்டாக, அணுவில் உள்ள ஒரு $_k$-என்ற எலக்ட்ரானின் நிலையாற்றலைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$V_k(\gamma_k) = \frac{-Ze^2}{\gamma_k} + \tfrac{1}{2}\Sigma_{j\quad k} \int \Psi_k(\gamma_k)$$

$$\Psi_j(\gamma_j)\,\frac{e^2}{\gamma_{jk}}\,d\quad_j \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

இந்தச்சமன்பாட்டில் வலப்பக்கத்தில் இருக்கும் முதல் உறுப்பு (Term) கூலும் நேர்விசையையும், இரண்டாம் உறுப்பு கூலும் எதிர்விசையையும் குறிக்கும். இதில் Ze என்பது அணுக்கருவின் மின்னூட்டம்; γ_k என்பது k என்ற எலெக்ட்ரானிற்கும் அணுக்கருவிற்கும் இடையில்உள்ள தொலைவு ; $\Psi_k(\gamma_k)$ $\Psi_j(\gamma_j)$ என்பன k, j என்ற எலக்ட்ரான்களின் அலைச்சார்புகள், $\gamma_{jk} = |\gamma_j - \gamma_k|$ என்பது j என்ற எலக்ட்ரானிற்கும் k என்ற எலக்ட்ரானிற்கும் இடையில் உள்ள தொலைவாகும். d $_j$ என்பது மீச்சிறு கொள்ளளவு. இந்நிலையாற்றலை, மையப்புலத் தோராயத்தின்படி தொலைவை மட்டுமே சார்ந்துள்ள நிலையாற்றலாக $[V_k(\gamma)]$ மாற்றவேண்டும். இதனைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்:

$$V_k(\gamma) = \frac{1}{4\pi}\int V_k(\gamma_k)\,d\Omega \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

இதில் d Ω என்பது கோள மீச்சிறு கோணம்.

ஹார்ட்ரி — ஹார்ட்ரி ஃபோக் (Fock) கணக்கீட்டு முறைகளில் இத்தகைய கோளச் சமச்சீர் கொண்ட மின்னழுத்தப் புலத்தில், எலக்ட்ரான்கள் இயங்குவதாகக் கொள்ள வேண்டும்.

ஹார்ட்ரியின் அணுக்கணக்கீட்டு முறை

ஹார்ட்ரியின் அணுக் கணக்கீட்டு முறையில் காலத்தைச் சார்ந்திராத (Time independent) சுரோடிங்கர்

அலைச்சமன்பாடு பயன்பட்டது. எடுத்துக் காட்டாக k என்ற எலக்ட்ரானின் அலைச் சமன் பாட்டைக் கீழ்க் கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_k^2 + V_k(\gamma) \right] \Psi_k(\gamma) = E_k \Psi_k(\gamma_k) \ldots (3)$$

இதில் $\hbar = \frac{h}{2\pi}$; $\hbar$ என்பது பிளாங்கின் மாறிலி; E_k என்பது k என்ற எலக்ட்ரானின் மொத்த ஆற்றல்; $V_k(\gamma)$ என்பது k-என்ற எலக்ட்ரானின் நிலையாற்றல்; m என்பது k-என்ற எலக்ட்ரானின் பொருண்மை (Mass). ∇^2 என்பது லேப்லேசியன் (Laplacian operation) செயலி. $\Psi_k(\gamma_k)$என்பது k என்ற எலக்ட்ரானின் அலைச்சார்பு. ஓர் அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை N-எனக் கொண்டால் மேலே உள்ள சமன்பாட்டைப் போன்று N-சமன்பாடுகளை அமைத்தல் வேண்டும். இத்தகைய ஓர் அணுவின் நிலையாற்றலை, ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானின் தனித்தனி கூட்டுத்தொகையாகும். இதனை $V(\gamma) = \sum_{k=1}^{N} V_k$ என்று குறிப்பிடுவர். இதைப் போன்றே அணுவின் மொத்த அலைச்சார்பினை ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானின் தனித்தனி அலைச்சார்பின் பெருக்கல் பலனாகக் கொள்ளலாம். எடுத்துக்காட்டாக $\Psi(\gamma_1)\Psi_2\gamma_2 \ldots\ldots\ldots \Psi_N(\gamma_N)$ என்பன ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானின் அலைச்சார்புமையாகக் கொண்டால்அந்த அணுவின் மொத்த அலைச்சார்புமையைக் (Ψ_T)கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\Psi_T = \Psi_1(\gamma_1)\Psi_2(\gamma_2)\Psi_3(\gamma_3 \ldots\ldots(\Psi_N(\gamma_N) \ldots\ldots(4)$$

எலக்ட்ரானின் அலைச்சார்புமை அமைக்கும் போது ஹார்ட்ரி, எலக்ட்ரானுடைய தற்சுழற்சியைச் (Spin) கருத்தில் கொள்ளவில்லை. அவர் பயன் படுத்திய அலைச்சார்புகள் γ-என்ற ஆரத் தொலைவை (Radial distance) மட்டுமே சார்ந்திருப்பதைக் காணலாம். ஹார்ட்ரி முறையில் ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆயத் தொலைவில் சுற்றி வருவதாக ஏற்கனவே அறிவோம். இவ்விதத் தோராயத்தால், எலக்ட்ரான்களுக்கிடையே நிலவும் வெளித் தொடர்பாடுகளைப் (Spatial correlations) பற்றி ஹார்ட்ரி முறை கணக்கில் கொள்ளவில்லை.

ஹார்ட்ரி-ஃபோக் கணக்கீட்டு முறை

ஹார்ட்ரியின் முறையைப் போலவே ஹார்ட்ரி-ஃபோக் (Fock) முறையிலும் எலக்ட்ரான்கள் கோளச் சமச்சீர் கொண்ட நிலையாற்றலில் இயங்கி வருவதாகவே கொள்ள வேண்டும். ஆனால் அணுவின் அலைச் சார்பைக் கணக்கிடும் வகையில் மட்டும் மாறுதல் செய்தல் வேண்டும். ஹார்ட்ரி முறையில் அணுவின் மொத்த அலைச்சார்பு எலக்ட்ரான்களின் தனித்தனி அலைச் சார்புகளின் பெருக்குத் தொகை என்பதை ஏற்கனவே குறிப்பிட்டோம். ஹார்ட்ரி ஃபோக் முறையில் அணுவின் மொத்த அலைச்சார்பை எதிர் சமச்சீர் அலைச்சார்புகளின் (Antisymmetric wave function) பெருக்கல் தொகையாக மாற்றி அமைத்தனர். இந்தப் பல எலக்ட்ரான் அலைச் சார்பை அணிக்கோவையான அலைச்சார்பு(Determinantal wave function) என்றும் குறிப்பிடுவர். ஹார்ட்ரி பயன்படுத்திய அலைச்சார்பு ஆயத்தொலைவுகளை மட்டுமே சார்ந்திருப்பதை அறியலாம். ஆனால் ஹார்ட்ரி-ஃபோக் முறையில் அலைச்சார்பை முடிவு செய்யும் போது ஆயத்தொலைவுகளோடு (Coordinates) எலக்ட்ரானின் தற்சுழற்சியும் (Spin) கணக்கில் கொள்ளப் பட்டது. இது $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ ஆகிய இரு மதிப்புகளையும் பெற்றிருக்கும். ஹார்ட்ரி-ஃபோக் முறையில் பயன்படும் அலைச் சார்பை இரண்டு எலக்ட்ரான் தொகுதிகள் மூலம் எளிமையாய் விளக்கலாம். α, β என்பன இந்த எலக்ட்ரான்களின் குவாண்டம் நிலைகளைக் (Quantum states) குறிப்பதாகக் கொண்டால், இந்த இரு எலக்ட்ரான்களின் மொத்த எதிர் சமச்சீர் அலைச் சார்பைக் (Ψ_A) கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\Psi_A = \frac{1}{\sqrt{2!}}[\Psi\alpha(1)\,\Psi\beta(2) - \Psi\beta(1)\,\Psi\alpha(2)] \ldots\ldots(5)$$

இதனை ஸ்லேட்டர் (Slater) அணிக்கோவையின்படி

$$\Psi_A = \frac{1}{\sqrt{2!}}\begin{vmatrix} \Psi\alpha(1) & \Psi\alpha(2) \\ \Psi\beta(1) & \Psi\beta(2) \end{vmatrix} \ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

என்று எழுதலாம். மேலே உள்ள சமன்பாட்டில் இரண்டு எலக்ட்ரான்களும் ஒரே குவாண்டம் நிலையில் $(\alpha=\beta)$ இருப்பதாகக் கொண்டால் மொத்த அலைச் சார்பு $\Psi^A = 0$. இதனால் பல எலக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுவில் ஒரே குவாண்டம் நிலையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் இருக்க முடியாது என்பது உறுதியாகின்றது. இதுவே பவுலியின் விலக்கு விதி (Pauli's exclusion principle) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் முழுதும் ஒத்த துகள்களாகிய (Identical particles) எலக்ட்ரான்களைப் பற்றி ஆயும் போது ஹார்ட்ரி-ஃபோக் முறையில் பயன்படும் எதிர் சமச்சீர் அலைச் சார்புகளைப் பயன்படுத்தல் வேண்டும் என்பது புலனாகிறது.

ஹார்ட்ரி- ஃபோக் முறையில் பயன் படும் எதிர் சமச்சீர் அலைச்சார்பு, தற்சுழற்சியையும் சார்ந்திருப்பதால் எலக்ட்ரான்களுக்கிடையே இருக்கும் பரிமாற்றத் தொடர்பாடுகள் (Exchange correlations) கருத்தில் கொள்ளப்பட்டன. இவற்றைப் பரிமாற்ற உறுப்புகளாக (Exchange terms) ஹார்ட்ரி-ஃபோக், சமன்பாட்டில் பயன் படுத்தினர். ஹார்ட்ரியின் தோராய முறையில் வெளித் தொடர்ப்பாடுகளும் பரிமாற்றத் தொடர்ப்பாடுகளும் ஆகிய இரண்டுமே கணக்கில் கொள்ளப் படவில்லை. ஆனால் ஹார்ட்ரி-ஃபோக் முறையில் பரிமாற்றத் தொடர்ப்பாடுகள் மட்டும் கணக்கில் கொள்ளப்பட்டன. இதனால் ஹார்ட்ரி-ஃபோக் முறை ஹார்ட்ரி கணக்கீட்டு முறையை விடப் பயனுள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

ஹார்ட்ரி- ஃபோக் சமன்பாடுகளைப் பின்பற்றி வெளித் தொடர்ப்பாடுகளையும் பரிமாற்றத் தொடர்ப் பாடுகளையும் ஆராயப் பல புதிய முறைகள் பின்னாளில் தோன்றின. அவற்றுள் உருவ அமைப்பு வினை (Configuration interaction) என்ற கணக்கீட்டு முறை சிறப் பானதாகக் கருதப்படுகிறது.

தன் இணக்கப் புலமுறை

தன் இணக்கப் புலமுறை (Self consistent field method) என்பது ஹார்ட்ரி மற்றும் ஹார்ட்ரி ஃபோக் முதலான தோராய முறைகளில் பயன்படும் சமன்பாடு களைத் தீர்க்க உதவும் நுட்ப வழிமுறை (Technique) யாகும். இந்த நுட்பவழிமுறையைப் பயன்படுத்தி ஹார்ட்டி முறையில் வரும் N-எலக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுவின் நிலையாற்றலைக் கணக்கிடும் வகையைக் காண்போம். ஓர் அணுவில் N-எலக்ட்ரான்கள் இருந் தால், சமன்பாடு எண்-3 ஐப் போல் N-எண்ணிக்கை யுள்ள சமன்பாடுகளை அமைக்க வேண்டும். எனவே அத்துணைச் சமன்பாடுகளையும் தீர்ப்பது கடின மான தொன்றாகும். இதனைப் பன்முறைக் கணக் கீட்டு நுட்ப வழிமுறையை (Iterative techniques) கை யாளுவதன் மூலம் ஹார்ட்ரி எளிதாக்கினார்.

இம்முறையில் ஹார்ட்ரி சில பொருத்தமான அலைச் சார்பைக் கணக்கீட்டின் தொடக்கமாகக் கொண்டார். இச்சார்பைச் சமன்பாடு எண்-1 இல் புகுத்தி நிலையாற் றலைக் (V_k) கண்டுபிடித்தார். இந்த நிலையாற் றலைச் சமன்பாடு எண்-3 இல் புகுத்திப் புதிய அலைச் சார்பைக் கண்டார். இவ்வாறு கண்ட அலைச்சார் பலனை மீண்டும் சமன்பாடு எண்-1இல் புகுத்தி நிலை யாற்றலைக் கண்டார். இவ்வண்ணம் தொடர்ச்சி யாகப் பல முறை அலைச்சார்பையும் நிலையாற்றலை யும் கண்டார். இவ்வாறு தொடர்ச்சியாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட நிலையாற்றல்கள் தமக்குள் அதிக மாறு பாடு இல்லாத-மாறா நிலைமை அடைவதைக் கண் டார். இவ்விதம் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட நிலையாற் றலைத் தன்னிணக்கப்புலம் (Self consistent field) என்று ஹார்ட்ரி அழைத்தார்.

போலி மின்னழுத்தங்கள்

பல எலக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுவை எளிதாக ஆராய்வதற்காக இத்தகைய போலி மின்னழுத்தங்கள் (Pseudo potentials) மூலம் கணக்கிடும் முறை மேற் கொள்ளப்பட்டது. இந்த மின்னழுத்தமானது (Potential) உள்வட்டப் பாதை எலக்ட்ரான்கள் (Innermost orbit electrons), வெளிவட்டப் பாதை எலக்ட்ரான்கள் (Outermost orbit electronsor valence electrons) மீது உண்டாக்கும் பாதிப்பைக் குறிப்பதாகக் கொள்ள வேண்டும். இந்த வகை தோராயத்தால், அணுக் கணக்கீடு செய்யும்போது உள்வட்டப் பாதை எலக்ட் ரான்களைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய அவசியம் இல்லை. எனவே, போலி மின்னழுத்தத்தையும் வெளி விட்டப் பாதை எலக்ட்ரான்களையும் மட்டுமே பயன் படுத்துவதனால் பல எலக்ட்ரான் அணுக் கணக்கீடு களை எளிமையாக்கலாம். ஹார்ட்ரி, ஹார்ட்ரி-ஃபோக் முறைகளைப் போன்று எல்லா எலக்ட்ரான்களையும் கணக்கில் கொள்ள வேண்டியதில்லை. இவ்விதப் போலி மின்னழுத்தங்களைக் கொண்டு செயல்படும் அணு அமைப்புக் கணக்கீடுகள், மூலக்கூறு இயலிலும், திண்பொருள் இயற்பியல் (Molecular and solid state physics) துறைகளிலும் பெருகிவருகின்றன.

சார்பியல் விளைவுகள்

ஆல்பர்ட் அய்ன்ஸ்டைனின் சார்பியல் கொள்கை யைப் (Theory of Relativity) பலஎலக்ட்ரான்கள் உள்ள அணுக்களிலும் பயன்படுத்த வேண்டிய தேவை பின்னா ளில் ஏற்பட்டது. அணுக்கருவைச் சுற்றி உள்வட்டப் பாதையில் இயங்கும் எலக்ட்ரான்கள் ஒளியின் வேகத் திற்குச் சற்றுக் குறைவாக இயங்கி வருகின்றன. இத் தகைய எலக்ட்ரான்களை ஆராயும்போது சார்பியல் கொள்கையையும் கணக்கில் கொள்ளவேண்டும். உள் வட்டப்பாதை எலக்ட்ரான்கள் ஒளியின் வேகத்தில் சுற் றும்போது எலக்ட்ரான்களின் வட்டப் பாதையில் சுருங்கி, கூலும் நேர்விசை அதிகமாகிறது. இதனையே சார்பியல் விளைவுகள் (Relativistic effects) என்பர். ஹார்ட்ரி மற்றும் ஹார்ட்ரி- ஃபோக் முறைகளில் எல்லா எலக்ட்ரான்களும் கணக்கில் கொள்ளப்படுவதால் வெளி வட்டப்பாதை எலக்ட்ரான்களும் மேற்கூறிய விளைவு களுக்கு ஓரளவு உள்ளாகின்றன. ஆயினும் ஹார்ட்ரி மற்றும் ஹார்ட்ரி- ஃபோக் முறைகள் இவ்விளைவு களைக் கருத்தில் கொள்ளவில்லை. பின்னாளில் டிராக் (Dirac) என்பார் சார்பியல் விளைவுகளைக் கணக்கில் கொண்டு அணு அமைப்புக் கணக்கீடுகள் செய்தார். ஏறக்குறைய எல்லா அணுக்களுடைய கணக்கீடுகளும் டிராக்கின் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்திக் கணிப் பொறி உதவியால் செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

பி.கு.

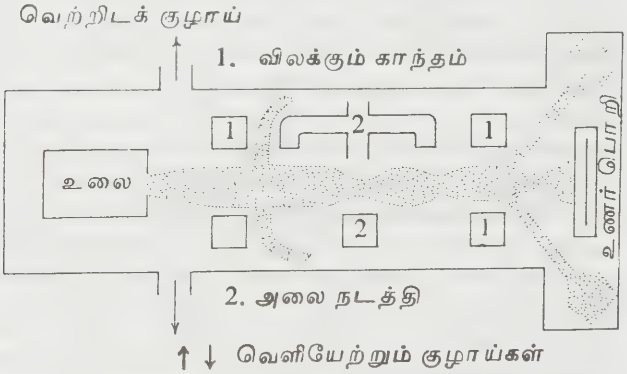
நூலோதி

1. டாக்டர் பிச்சை - *சார்பியல் மற்றும் குவாண்டம் விசையியல்*, தமிழ்நாடு பாடநூல் நிறுவன வெளியீடு, 1977.
2. **Robert Reisberg and Robert Resnick,** *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles''* John Wiley and Sons, 1974.
3. **Leanard. I. Schiff** *''Quantum Mechanics''* Mc Graw-Hill Book Company, Inc (1955).

4. Rita G. Lerner and Georgc L. Trigg. *'Encyclopaedia of physics''* Edited by Addison Wesley Pub: Company (1981)

அணுக் கடிகை

வழக்கத்தில் இருந்து வரும் ஊசலைக் கொண்டு இயங்கும் கடிகைகள் அனைத்தும் பூமியின் சுழற்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டவையாகும். நம் பூமியின் சுழற்சிக் காலம் நிலையாக இல்லாமல் பல்வேறு காரணங்களால் மாறிக்கொண்டு இருக்கிறது. மேலும் பருவ நிலைக்கு ஏற்றபடியும் கடிகைகளின் இயக்கம் மாறும். எனவே, துல்லியமாகக் காலம் காட்டும் கடிகை பூமியின் சுழற்சியை அடிப்படையாகக் கொள்ளாமலும், காலநிலை வேறுபாடுகளைச் சாராமலும், நிலையாக இயங்கும் ஒரு கருவியாக இருத்தல் வேண்டும். அத்தகைய ஒரு கடிகையே அணுக்கடிகை ஆகும்.



படம் 1. அணுக்கடிகாரத்தின் பகுதி

ஓர் அணுவினாலோ மூலக்கூறினாலோ தோன்றும் மின்காந்த அலைகளின் அலைவு நேரம் மாறாததாகும். தெரிந்த சில அணுக்கள் உண்டாக்கும் மின்காந்த அலைகளின் அதிர் வெண்களைத் துல்லியமாக உடனடியாகக் கணக்கிடலாம். இவ்வுண்மைதான் அணுக்கடிகையின் அடிப்படைக் கோட்பாடு ஆகும். இக்கடிகை மிக மிகத் துல்லியமானது; நம்பகமானது; மாறாத காலங்காட்டுவது; அணுப்பண்புகள், எடை, அடர்த்தி, வெப்பம் போன்றவைகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. காந்தப் புலம் மட்டுமே அணுப்பண்பை மாற்றும். எனவே, இக் கடிகை மிகவும் துல்லியமானது என்கிறோம்.

சீசியம் (Cesium) அணு வெளிவிடும் மின்காந்த அலையின் அதிர்வெண் 9192 MH_z (Mega Hertz) ஆகும். இதன் அலை நீளம் *0.03* மீட்டர். இவ்வலைகளைத் தோற்றுவிக்கும் எலக்ட்ரானியத் தொழில் நுணுக்கம் நன்கு வளர்ந்திருக்கின்றது.

சீசியம் அணுக்கரு கனமானது. இது பல எலக்ட்ரான் கூடுகளையுடையது. ஒவ்வொரு கூட்டிலும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள எலக்ட்ரான்கள் இருக்கின்றன. சடைசி எலக்ட்ரான் கூட்டில் ஒரே ஓர் எலக்ட்ரான் இருக்கிறது. இந்த எலக்ட்ரான் பம்பரம் போல் சுழன்று கொண்டே சுற்றிவரும். இச்சுழற்சி அணுக்கரு சுழலும் திசையிலேயோ, அதற்கு எதிரான திசையிலோ அமையும். சிறிதளவு ஆற்றல் ஊட்டப்பட்டாலும் தன்னுடைய சுழல் திசையை மாற்றிக் கொள்ளும்; சிறிது நேரத்துக்குப்பின் பழைய நிலைக்கே மீண்டுவிடும். மீளும் பொழுது *9191* MH_z அதிர்வெண் கொண்ட அலைகளை வெளிவிடுகிறது இவ்வினையே அணுக்கடிகையில் பயன்படுகிறது.

அணுக்கடிகை என்பது உண்மையில் ஒரு ரேடியோ அலை பரப்பி ஆகும். ரேடியா அலை பரப்பியின் அதிர் வெண்ணும், சீசியம் அணுவின் அதிர் வெண்ணும் ஒன்றாக இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ளப்படும். *9191* MH_z மின் காந்த அலைகளால் உண்டாகும் அலைவுறும் மின்காந்தப் புலம் (Oscillating magnetic field) சீசியம் அணுக்களைத் தன்னுடன் ஒத்து அலைவுறும்படி செய்கிறது. இரண்டின் அதிர் வெண்களும் சமமாக இருப்பதால் ஒன்றிப்பு நிகழ்கிறது. மின்காந்தப் புலத்தின் அதிர்வும், சீசியம் அணுவின் அதிர்வும் மிகமிகத் துல்லியமாகப் பொருந்தும்படி செய்ய முடிகிறது. இவ்வொன்றிப்பு $\frac{1}{1000000000000}$ அளவுக்குத் துல்லியமானது ஆகும். அதாவது இவ்வணுக் கடிகை *30000* ஆண்டுகள் தொடர்ந்து இயங்கினால் ஒரு நொடி குறைவாக அல்லது கூடுதலாகக் காலம் காட்டும். அதாவது, இது காட்டும் நேரத்தில், ஏற்படும் பிழை *30000* ஆண்டுகளில் ஒரு நொடியே!

படத்தில் அணுக்கடிகையின் வெட்டு முகம் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு செவ்வகப் பெட்டியில் வெற்றிடக் குழாய் அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. அதன் இடது கோடியில் ஓர் உலை இருக்கிறது. அவ்வுலையின் வெள்ளி நிறமுள்ள சீசியம் ஆவிநிலைக்குக் கொணரப்படுகிறது. சீசியம் அணுக்கள் உலையில் உள்ள சிறு துளையின் வழியாக வெற்றிடக் குழாய்க்குள் நுழைகின்றன. இவை காந்த மண்டலத்தில் செல்லும் பொழுது சிறிது விலக்கமடைந்து முன்னோக்கிச் செல்லுகின்றன. செல்லும் அணுக்கள் குழாயின் மையத்தில் மின்காந்த அலைகளைச் செங்கோணத்தில் சந்திக்கின்றன. பிறகு மீண்டும் காந்தத் துருவங்களுக்கிடையே பாய்ந்து எதிர்முனையிலிருக்கும் உணர்கருவியை அடைகின்றன.

முதல் காந்தப் புலம் தேவையில்லாத அதிர்வுடன் பாய்ந்து வரும் அணுக்களை விலக்கிவிட்டு, ஏற்பதற்குரியவற்றை மட்டும் அனுமதிக்கிறது. அனுமதிக்கப் பெற்ற அணுக்கள் *9192* MH_z அலையைச் செங்கோணத்தில் சந்திக்கின்றன. அப்போது அணுக்களின் வெளி எலக்ட்ரான் கூடுகளில் இருக்கும் ஒற்றை எலக்ட்ரான்களுள் சில தங்கள் சுழல் திசையை மாற்றிக் கொள்கின்றன. இவ்வணுக்கதிர் இரண்டாவது காந்தப் புலத்தின் வழியே செல்லும் போது சுழல் திசை மாறிய

எலக்ட்ரான்களையுடைய அணுக்கள் மட்டும் அனுமதிக்கப்படுகின்றன. மீண்டு வந்த இவ்வணுக்கள் உணர் பொறியில் உள்ள மின் கடத்தியை அடைகின்றன. இதனால் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. மின்னோட்டத்தின் வலிமை பாய்ந்து வரும் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். மின்காந்த அலைவுகளின் அதிர்வும், அணுக்களின் அதிர்வும் ஒன்றியிருந்தால் உண்டாகும் மின்னோட்டத்தில் வலிமை மிக உயர்ந்திருக்கும். உணர் பொறியில் பாயும் மின்னாற்றல் மின்காந்த அலை ஆக்கியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மின்னோட்ட வலிமை உச்சத்தை அடைந்தவுடன் அதிர்வை அதே அளவில் வைத்துக்கொள்கிறது. இவ்வாறு கடிகை தன்னைத்தானே சரிப்படுத்திக் கொள்கிறது. மின்காந்த அலைகள் குவார்ட்ஸ் படிகத்தின் அதிர்வைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இது அடுத்த 60 MH_z அதிர்வுக்கு மட்டுப்படுத்தப்பட்டு இயல்பான மின்சாரக் கடிகைக்கு ஊட்டப்படுகிறது.

பொ.ப.

அணுக்கதிரால் உடல் கேடு

''நோயற்ற வாழ்வே குறைவற்ற செல்வம்'' என்ற மூதுரைக்கு ஏற்ப, நோயைக் குணப்படுத்தவேண்டும். நோயை நீக்க, அது என்ன நோய் என்பதைக் கணிக்க வேண்டும். நோயைக் கணிக்கப் பல சாதனங்கள் உள்ளன. அவற்றில் சிறந்த புதிய சாதனம் அணுக்கதிர் முறை.

அணுக்கதிர் முறையால், நோய் உடலில் எந்த உள் உறுப்பைப் பாதித்துள்ளது என்பதைச் சோதனை செய்து, அது புற்று நோயா அல்லது மற்ற நோயா என்பதைக் கணிக்க வேண்டும். புற்றுநோயாக இருப்பின், கோபால்டு-60 சிகிச்சை (Cobalt-60 Therapy) மூலமும், கருப்பையைப் பற்றிய புற்றுநோயாக இருப்பின் அவ்விடத்தில் கதிர்வீச்சு சக்தி உள்ள ஊசிகளைச் (Cobalt needles or radium needles) சில மணி நேரம், நோய் பற்றிய இடத்தில் வைத்தும் குணப்படுத்துவார்கள். சில வகைப் புற்றுநோய்க்கு-எடுத்துக்காட்டாக, தைராய்டு புற்று நோய்க்கு-அணுக்கதிர் வீச்சுள்ள அயோடின் 131 (Iodine 131) என்ற திரவ மருந்தை உட்கொள்ளச் செய்யவேண்டும்.

அணுக்கதிர் முறையில் நோயைக் கணிக்கும் போதும், நோய்க்குச் சிகிச்சை அளிக்கும்போதும், சிகிச்சை கொடுக்கும் மருத்துவருக்கும் அவருடைய உதவியாளருக்கும், சிகிச்சை பெறும் நோயாளிக்கும் அவர் உதவியாளருக்கும், அணுக்கதிரால் கேடுகள் உண்டாகும். ஆகையால் அணுக்கதிர் என்பது இரு பக்கம் கூர்மை உள்ள கத்தி போன்றது. 'இதைத் தக்க முறையில் தக்க அளவு, தற்காப்புடன், நோய் பற்றிய உறுப்பில் பயன்படுத்த வேண்டும். அளவை மீறி, அலட்சியமாக உபயோகப்படுத்தினால், நோயாளிக்கும், மருத்துவருக்கும் நன்மைக்குப் பதில் கேடுகள் நேரும்.

அணுக்கதிர் வீச்சால் பொதுவாக உயிர் அணுக்கள், குறிப்பாக வளரும் உயிர் அணுக்கள், பாதிக்கப்படும். உயிரணுச்சவ்வு (Cell membrane), சைட்டோப்ளாசம் (Cytoplasom), உயிரணுக்கரு (Nucleus), டி.என்.ஏ (D.N.A), ஆர்.என்.ஏ (R N.A) போன்றவை ஒரே நேரத்தில் சேதப்படுத்தப்படும். இச்சேதத்தின் அளவை உருப்பெருக்கியின் உதவியால் ஆய்ந்து அறியலாம்.

அணுக்கதிரினால் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கீழ்க் கண்ட முறையில் பிரித்தறியலாம் : அவை

உடனே ஏற்படும் மாற்றங்கள்.
காலம் தாழ்ந்து ஏற்படும் மாற்றங்கள்.
இனப்பெருக்கத்தில் பாதிக்கப்படும் மாற்றங்கள்.

அதிக அளவு கதிர் வீச்சால் அன்றி, இம்மாற்றங்களை அறிய இயலாது. எடுத்துக்காட்டாக 1000-Rads அளவு கதிர்வீச்சைத் தோலின் சிறிய பகுதி மீது சில நிமிடங்கள் பாய்ச்சினால், அவ்விடம் சிறிது சிவப்பாக மாறும். பிறகு விரைவிலேயே அம்மாற்றமும் மறைந்து விடும். ஆனால் 100-Rads அளவு உடல் முழுவதும் சிறிது நேரம் பாய்ந்தாலும் வாந்தி, பேதி, மயக்கம் முதலியன 24 மணி நேரத்தில் நேரக்கூடும். ஆனால் 500-Rads உடல் முழுவதும் பட நேரின் மரணம் ஏற்படும்.

அணுக்கதிர் வீச்சால் ஏற்படும் கேடுகள் :

பொதுவான குணங்கள்

உடல் வெப்பமாக இருத்தல்,
சோர்வாக இருத்தல்,
குமட்டல், வாந்தி ஏற்படல்,
பசியின்மை,
தொண்டை வலி,
வயிற்றுப் போக்கு.

கதிர்வீச்சால் தோலில் உடன் ஏற்படும் மாற்றங்கள்:

தோலில் புள்ளிகள் உண்டாதல்,
முடி உதிர்தல் - தற்காலிகமாக/ஒரேயடியாக
தோல் தடித்தல், சிவப்பு நிறம் உண்டாதல்-தோல் உரிதல்,
புண் ஏற்படுதல்.

காலந்தாழ்ந்து-பல மாதங்களுக்குப் பிறகு ஏற்படும் மாற்றங்கள் :

ஒரேயடியாக முடி இல்லாமை,
வேர்வைச் சுரப்பி அழிந்து போதல்,
தோலின் நிற மாற்றங்கள்,
10-15 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு அந்த இடத்தில் புற்று நோய் ஏற்படுதல்.

கண்ணில் ஏற்படும் உடன் மாற்றங்கள்:

கண் புருவ முடி உதிர்தல்,
கண் சிவத்தல் முதல் பலவிதமான கண் நோய்கள்,
நீண்ட நாட்களுக்குப் பிறகு கண்ணில் புரை ஏற்படுதல் (Cataract).

வாய்:

வாய்ப்புண் ஏற்படல்,
வாய் உலர்தல்,
உமிழ் நீர்ச்சுரப்பி பாதிப்பு,
தொண்டைப் புண்.

நுரையீரல்:

கதிர்வீச்சு நுரையீரல் அழற்சி (Radiation Pneumonitis)
நுரையீரல் நார் ஆதல் (Fibrosis of the lung)

இரைப்பை, குடல் பாதையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்:

வாந்தி,
பேதி,
வயிற்று வலி, வயிற்றுப் புண்,
காலம் தாழ்ந்து சிறுகுடல் அடைப்பு ஏற்படுதல்.

மூத்திரப் பாதையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்:

வலி ஏற்படுதல்,
அடிக்கடி நீர் போதல்,
சிறுநீரகப்பை சுருங்கல்,

மூளை, தண்டுவடம்

மூளைப்பாதிப்பு,
நினைவாற்றல் குறைதல்,
கதிர்வீச்சால் நரம்புறை அழற்சி.

சினைப்பை, விந்து சுரப்பி:

மலட்டுத்தன்மை ஏற்படுதல்,
இனப்பெருக்கம் தடைப்படுதல்.

எலும்பு, எலும்புக் கூழில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்:

எலும்பில் வலி உண்டாதல்,
எலும்புத் திசு இறத்தல் (Necrosis of the bone),
வளரும் பகுதியில் பாதிப்பு ஏற்படல்,
எலும்பு வளர்ச்சி தடைப்பட்டுக் குட்டை உருவம் ஏற்படுதல்
இரத்த அணுக்களின் பாதிப்பால் இரத்த சோகை ஏற்படுதல்.

காலந்தாழ்ந்து ஏற்படும் மாற்றங்கள்:

கதிர்வீச்சிற்கு உட்பட்ட பாகங்களில் 20 வருடங்கள் கழித்துச் சில தீமைகள் நேரலாம். தோலில் ஆறாத புண், புற்றுநோய், மறு போன்ற நோய்கள் வரும். சிறியஅளவு வீச்சு நெடுநாட்களுக்குத் தொடர்ந்து நேருமாயின் இம்மாற்றம் ஏற்படும்.

அளவுக்கு மீறிய கதிர்வீச்சு கண்களில் புரையை உண்டாக்கும். அது முழு உடலையும் பாதிக்குமேயானால், இரத்த அணுக்கள் உற்பத்தியாகும் இடமான எலும்புக் கூழ் பாதிக்கப்பட்டு இரத்தச்சோகை, இரத்த அணுப்புற்று நோய் ஆகியவை உண்டாகும்.

இனப்பெருக்கப் பாதிப்பு (Genetic effect):

அணுக்கதிர் வீச்சிற்கு உட்பட்டவரிடம் உடனே ஏதும் மாற்றம் காணாவிட்டாலும், இன அணுக்கள் சேதப்பட்டு, அவற்றின் அமைப்பில் மாற்றம் ஏற்படும். இம்மாற்றம் அக்குடும்பத்தில் வழி வழியாக வரும் குணங்கள் வேறுபட்டு அமையும். இதனால் பின் சந்ததியினரில் மூளை வளர்ச்சி அற்ற குழந்தைகளும், உடல் உறுப்பு மாற்றமுள்ள குழந்தைகளும் பிறக்கும். பெரும்பாலோர் மலட்டுத்தன்மை அடைவர்.

ஆர். ந.

அணுக்கரு அமைப்பு

பொருள்களின் மிகச் சிறிய கூறு அணு ஆகும். இந்த மிகச் சிறிய கூறான அணுவின் நடுப்பகுதியில் அமைந்த பொருள் செறிந்த மீச்சிறு பகுதியை அணுக்கரு என்கிறோம்.

அணுக்கருவின் உள் அமைப்பு

அணுக்கருவினுள் புரோட்டான் என்ற நேர்மின்னூட்டம் (Positive charge) பெற்ற கனமான துகள்களும், மின்னேற்றம் இல்லாத, புரோட்டானை விடச் சற்றுக் கனமான நியூட்ரான் என்ற துகள்களும் உள்ளன. புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவற்றை அணுக்கருத் துகள்கள் எனலாம். அணுக்கருவின் உட்பகுதி முழுதும் நிரம்பியுள்ளவை அணுக்கருத் துகள்கள் தாம். அணுக்கரு ஏறக்குறைய கோளவடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது. சிறிய அணுக்கருவில் புரோட்டான், நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கை சமமாகவும், பெரிய அணுக்கருவில் இது வேறுபட்டும் உள்ளது.

அறிவியல் அறிஞர்களின் நெடுங்கால முயற்சிக்குப் பின்பே அணுக்கரு அமைப்பைக் கண்டறிய முடிந்தது. இவ்வமைப்பை விளக்கப் பல (Theories) கோட்பாடுகள் தோன்றின. கோட்பாடு 1. புரோட்டான்-எலக்ட்ரான் கோட்பாடு: அணுக் கருவினுள் புரோட்டான்களும், எலக்ட்ரான்களும் உள்ளன என்ற அடிப்படையில் இந்தக் கோட்பாடு தோன்றியது. 2. புரோட்டான்–நியூட்ரான் கோட்பாடு: அணுக்கருவினுள் புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் உள்ளன என்ற அடிப்படையில் இக்கோட்பாடு உருவாக்கப் பட்டது. இந்தக் கோட்பாட்டையே இன்று நாம் பின்பற்றுகிறோம். பிற கருதுகோள்கள் புறக்கணிக்கப்பட்டன. 3. நியூட்ரான்-

பாசிட்ரான் கோட்பாடு. 4. எதிர் புரோட்டான்-நியூட்ரான் கோட்பாடு (Negative proton-neutron) ஆகியன வாம்.

புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை நிறை எண் எனவும், புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அணு எண் எனவும் அழைக்கப்பெறும். அணு எண்ணை Z எனவும், நிறை எண்ணை A எனவும் குறித்தல் வழக்கம். இதன் படி ஓரணுக்கருவின் நியூட்ரான் எண்ணிக்கை A-Z ஆகும்.

அணுக்கரு ஆரம்

அணுக்கரு கோளவடிவ உருவை உடையது என்பதால் அதன் ஆரத்தைக் கணக்கிட வேண்டியது இன்றியமையாததாகிறது. அணுக்கருவின் பருமன் அவற்றில் அடங்கியுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கைக்கு, அதாவது A க்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும். அணுக்கருவின் ஆரம் R க்கும், நிறை எண் A க்கும் உள்ள தொடர்பைப் பின் வருமாறு எழுதலாம்:

$R = R_{\circ} A^{1/3}$ என்பது ஆரம்.

$R_{\circ}$ என்பது மாறிலி. 'A' என்பதுநிறைஎண் ஆகும். ஆல்ஃபா-துகள் உமிழ்வு முறையை எடுத்துக் கொண்டால் இம்முறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட கதிரியக்கத் தொடருக்கு அணுக்கரு ஆரம் 7×10^{-15}. மீ. முதல் 10×10^{-15} மீ. வரை இருக்கலாம் எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். இந்த முறையைப் பயன்படுத்தி நிறை எண் 208 (Mass Number) வரை கொண்ட தனிமங்களின் ஆரத்தையே கண்டறிய முடிந்தது.

எலக்ட்ரான், புரோட்டான் ஆகிய மின்னேற்றமுடைய துகள்களைப் பயன்படுத்தியதில் அணுக்கரு ஆரம் $R_{\circ} = 1.3 \times 10^{-15}$ மீ. எனத் தெரிகிறது.

அணுக்கரு ஆரத்தைக் காண ஆடி - அணுக்கரு (Mirror Nuclei) முறையும் பயன்படுகிறது.

ஓர் அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்களின் கூடுதல் மற்றோர் அணுக்கருவில் உள்ள நியூட்ரான்கள், புரோட்டான்களின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும். இவ்வகை அணுக்கருக்களை ஆடி அணுக்கருக்கள் எனலாம். எடுத்துக்காட்டுகள்:

$(H^3, He^3); (C^{13}, N^{13}); (S^{20}, P^{20})$

முதல் எடுத்துக்காட்டில் டிரிட்டியம், ஹீலியம் (Tritium, Helium) அணுக் கருக்கள் ஆடி அணுக்கருக் கள் என எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. H^3 என்பது நைட்ரஜன் அணுவின் ஓரிடத்தனிமம், டிரிட்டியம் (Tritium) ஆகும். இதில் புரோட்டான் ஒன்றும் நியூட்ரான்கள் இரண்டும் உள்ளன. ஹீலியம் (Helium) அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை இரண்டு. நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஒன்று ஆகும்.

டிரிட்டியம் (1 புரோட்டான் + 2 நியூட்ரான்)
ஹீலியம் (2 புரோட்டான் + 1 நியூட்ரான்)

அணுக்கரு விசைகள் மின்னேற்றம் பெற்ற துகள்களைப் பொறுத்தவை ஏனெனில், ஆடி அணுக்கருக்களின் பிணைப்பாற்றல் வேறுபாடு (Binding energy) புரோட்டான்களுக்கு இடைப்பட்ட நிலை மின்னியல் விசையால் ஏற்பட்டதாகும் புரோட்டான்கள் அணுக்கருவினுள் சீராகப் பரவியுள்ளதால், கூலும் நிலை ஆற்றல் மதிப்பு $\frac{3}{5}\frac{Ze^2}{R}$. இதில் 'Z' என்பது புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும், 'e' மின்னூட்டபையும் (Charge), 'R' ஆரத்தையும் குறிக்கும். மேலும்

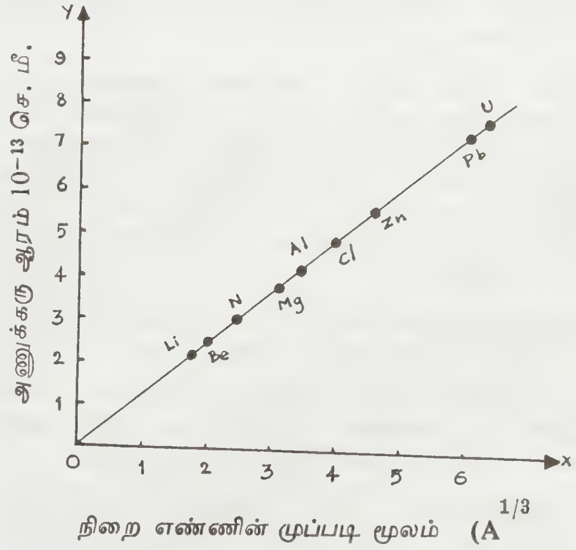
ஆற்றல் $\triangle E = \frac{3}{5} \frac{eA^{1/3}}{R_{\circ}}$ ஆகும்.

$\triangle E$, $A^{1/3}$ க்கு நேர்விகிதத் தொடர்புடையது. இவற்றை ஒரு வரைபடத்தில் குறித்தால் நேர்கோடு கிடைக்கும். இதிலிருந்து ஆரத்தின் மதிப்பு 1.2×10^{-15} மீ. முதல் 1.5×10^{-15} மீ. வரை உள்ளதெனப் பெறப்படுகிறது.

அணுக்கரு ஆரத்தை நியூட்ரான்களைப் பயன்படுத்தும் மீட்சிச் சிதறல் (Elastic Scattering) ஆய்விலிருந்தும் பெறலாம்.

நிறை எண் 7 முதல் 238 வரை உடைய அணுக்கருக்களுக்கு ஆரத்தின் மதிப்பு கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஓரலகு ஆரத்தின் மதிப்பு $R_{\circ} = 1.37 \times 10^{-15}$ எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

'R', $A^{\frac{1}{3}}$ களுக்கு ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் ஒரு நேர்கோடு கிடைக்கும். இதிலிருந்து ஆரத்திற்கும் நிறை எண்ணின் முப்படி மூலத்திற்கும் (Cube-root) உள்ள தொடர்பை அறியலாம்.



படம் 1. நியூட்ரான் சிதறல் ஆய்விலிருந்து அணுக்கரு ஆரம்

அணுக்கரு நிறை

அணுக்கருக்களின் நிறையை, நிறை-நிறமாலை (Mass spectrogrph) எனும் கருவியைக் கொண்டு அளவிடலாம். ஜே.ஜே. தாம்சன் (J.J.Thomson) என்பார் நியான் வளிமத்திற்கு மின்னூட்ட நிறைத் தகவினைக் (e/m) கண்டறிந்தார். நியான் அணுக்கருக்களுள் ஒன்று மற்றொன்றைவிட 10% அதிக நிறையுடையதெனக் கண்டறிந்தார். அவற்றிற்கு நியான்-20. நியான்-22 எனப் பெயரிட்டார். தற்காலத்து அணுக்கரு நிறையை ஆறு அல்லது ஏழு பதின்மத்திற்குத் திருத்தமாக அளவிட முடியும்.

அணுக்கருத்துகளின் தற்சுழற்சி

புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவை தற்சுழற்சி (Spin) இயக்கத்தைப் பெற்றுள்ளன. தற்சுழற்சியும், சுற்றியக்கமும் (Orbital motion) சேர்ந்து கோண உந்தத்தைத் தருகின்றன. அணுக்கருத் துகளின் தற்சுழற்சி பம்பரமொன்றின் சுழற்சியைக் காட்டிலும் பல சிக்கல்களைக் கொண்டது. நியூட்ரான், புரோட்டான், எலக்ட்ரான் இவற்றின் தற்சுழற்சி மதிப்புகள் கோண உந்த (Angular momentum) மதிப்பின் பாதியளவே இருப்பதால் இவற்றை அரை-தற்சுழற்சித் துகள்கள் (Halfspin particles) எனலாம். தற்சுழற்சியானது, ஓர் அச்சைப் பற்றிக் குறிப்பிட்ட திசையிலோ அல்லது அதற்கு எதிர்த்திசையிலோ இருக்கலாம். அணுக்கருவின் சுழற்சி மதிப்பை 'I' என்ற எழுத்தால் குறிக்கலாம்.

அணுக்கருத்துகளின் காந்தப் பண்பு:

அணுக்கருத் துகள்களின் தற்சுழற்சிப் பன்பு, துகளை ஒரு சிறு காந்தத்தைப் போல் செயல்பட வைக்கின்றது. இச்சிறு காந்தத்தின் வலிமையைக் காந்தத் திருப்புமை (Magnetic moment) எனலாம். எலக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சியாலும், அணுக்கருத் துகள்களின் தற்சுழற்சியாலும் ஏற்படும் காந்தத் திருப்புமை நிறமாலையைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றது.

நிறை எண் இரட்டையாகவும் (புரோட்டான், நியூட்ரான்களின் கூடுதல்), அணு எண் இரட்டையாகவும் (புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை மட்டும்) இருந்தால்தான் தற்சுழற்சி மதிப்பு சுழியாகும். நிறை எண் இரட்டையாகவும் அணு எண் ஒற்றையாகவும் உள்ளவற்றின் (லித்தியம், போரான்) தற்சுழற்சி மதிப்பு 1 அல்லது 3 ஆகும்.

நிறை எண் ஒற்றையாக இருப்பின் அவற்றின் தற்சுழற்சி மதிப்பு ½ அல்லது 3/2 ஆகும்.

புறக்காந்தப் புலம் (External Magnetic field) ஒன்றில் அணுக்கருவின் ஆற்றலை அளவிடுவதனால் காந்தத் திருப்புமையின் மதிப்பை அளவிடலாம்.

அணுக்கருவின் காந்தத் திருப்புமை நிறமாலை மீநுண்-அமைப்பு (Hyperfine structure) வரிகளில் ஆற்றல் இடைவெளி அளந்து கணக்கிடப்பட்டது. எனவே, மிகத் துல்லியமாக அளவிட அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு (Nuclear magnetic resonance) முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அணுக்கருக் கட்டமைப்பு

1. ஆல்ஃபா-துகள் படிவம் (Alpha-particle model)

பெரிய அணுக்கருக்கள் நிலைப்பாட்டை இழந்துவிட்டால் ஆல்ஃபா-துகள்களை வீசுகின்றன. இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு வீலர் (Wheeler), வெய்சக்கார் (Weizsacker), ஃபானோ (Fano) ஆகியோர் ஆல்ஃபா-துகள் அணுக்கருப் படிவத்தை அமைத்தனர். இந்தப் படிவத்தின்படி ஒவ்வோர் அணுக்கருவும் ஆல்ஃபா-துகளால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது எனக் கருதுகிறோம். ஆனால் அணுக்கருவினுள் ஆல்ஃபா-துகள்கள் தங்களை இனம் காட்டுமளவிற்கு நிலைத்திராமல் அடிப்படைத் துகள்களாகச் சிதைகின்றன.

2. நீர்மத்துளிப்படிவம் (Liquid drop model)

நீர்மத்துளிப் படிவம் முதலில் போர் (Bohr), கல்க்கார் (Kalckar) ஆகியோரால் உருவாக்கப்பட்டது.

அணுக்கரு ஒன்றை நீர்மத்துளி ஒன்றிற்குஒப்பிடலாம். நீர்மத்துளியினைப் போன்றே, அணுக்கருவில் உள்ள துகள்களும், பெருமளவில் தங்களுக்குள் இடையீட்டு வினை (Interaction) கொள்கின்றன; சீரான அடர்த்தியும், பரப்பு இழுவிசையும் (Surface tension) கொண்டுள்ளன.

இந்தப் படிவம் அணுக்கருவின் அக விசைகளையும் (Intra nuclear forces) அணுக்கருப் பிளப்பையும் விளக்குவதில் குறிப்பிடத்தக்க வெற்றியைத் தந்துள்ளது.

கூட்டுப் படிவம் (Shell model)

கூட்டுப் படிவத்தை ஹெக்சல் (Haxel), மேயர் (Mayer), பீன்பெர்க் (Feenberg), நார்தீம் (Nordheim) ஆகியோர் உருவாக்கினர். அணுக்கருவை வளிமம் (Gas) ஒன்றிற்கு ஒப்பிடலாம். இதில் துகள்கள் தனித்த நிலையில் உள்ளன. துகள்கள் பொது விசைப்புலம் ஒன்றில் குறைந்த அளவு இடையீட்டுவினையுடன் இயங்குகின்றன. பவுலியின் தவிர்க்கைத் தத்துவத்தின் படி எந்த இரு துகள்களும் ஒரே வகையாக குவாண்டம் எண்களைப் (Quantum numbers) பெற்றிருக்க இயலாது. அணுக்கருத் துகள்கள் பல கூடுபோன்ற அமைப்பில் இயங்குவதாகக் கருதுகிறோம். அணுக்கருத் துகள்களைக்கூடு அமைப்பில் வகைப்படுத்தக் கோண உந்தக் குவாண்டம் எண் 'l' மிகவும் பயன்படுகிறது.

ஒரு கூட்டில் உள்ள புரோட்டான் அல்லது நியூட்ரானின் எண்ணிக்கை 2 (21 + 1) ஆகும். 'l' மதிப்பு சுழியானால் (o) முதல் கூட்டில் உள்ள புரோட்டான்கள் எண்ணிக்கை 2 ஆகும். நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கை 2 ஆகும். முதல் கூட்டில் உள்ள மொத்த புரோட்

டான், நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கை 4 ஆகும். இது போல இரண்டாவது கூட்டில் '1' இன் மதிப்பு ஒன்று எனில் புரோட்டான்கள் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (6+6) 12 ஆகும். இது போன்றே மற்ற கூடுகளில் உள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையையும் கணக்கிடலாம்.

சேர்க்கைப் படிவம் (Collective model)

நீர்மத்துளிப் படிவமும், கூட்டுப்படிவமும்கலந்த புதிய படிவமே சேர்க்கைப்படிவம் ஆகும்.

அணுக்கரு விசைகள் (Nuclear forces)

இரு அணுக்கருத் துகள்கள் 10^{-15} மீ. தொலைவிற்குள் வைக்கப்பட்டால் அவற்றிற்கிடையே அணுக்கரு விசை நிலவுகிறது. அணுக்கரு விசைகளின் சிறப்புத் தன்மைகள் கீழே தரப்படுகின்றன.

1. அணுக்கரு விசைகள் குறை-நெடுக்கப் (Short-range) பண்புடையன. அதாவது 10^{-15} மீ.க்குள் நிகழும்.
2. அதிக வலிமையுடையன.
3. அணுக்கரு விசைகள் பரிமாற்றம் கொள்ளும் (Exchange) தன்மையும், தெவிட்டல் (Saturation) பண்பும் கொண்டவை.
4. அணுக்கரு விசைகள் சிறிதளவே தற்சுழற்சியைச் சார்ந்துள்ளன.
5. அணுக்கரு விசைகள் மின்னூட்டத்தையும், மின்னூட்ட ஒழுங்கமைப்பையும் (Charge Symmetry) சார்ந்தனவல்ல.

கு.மு.

நூலோதி

1. **J.B.Rajam**, *"Atomic Physics"* Chand & Co, New Delhi, 1964.
2. *Encyclopedia Americana*, Volume-20-1976. Americana Inc, New york 1978.
3. *The New Encyclopedia Britannica*, Volume-13, 1978,
4. *Encyclopaedia Britannica*, 1973

அணுக்கரு இயல்புகள்

அணுவானது, நிறைசெறிந்த (Massive) சிறு உட்பகுதியையும் அதனைச் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரான்களையும் உடையது. இவ்வுட்பகுதி அணுக்கரு (Nucleus) எனப்படுகிறது. அணுக்களுடன் ஆல்ஃபா-துகள்கள் அடையும் சிதறல் பற்றிய ஆய்வுகளிலிருந்து 1911ஆம் ரூதர்போர்டு (Ernest Rutherford) என்பார் அணுக்கருவைக் கண்டறிந்தார். எலக்ட்ரானைப் போல் சுமார் 1836 மடங்கு நிறையுள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகிய இரு துகள் வகைகளால் அணுக்கரு அமைந்துள்ளது. புரோட்டானும், நியூட்ரானும் நியூக்கிளியான் (Nucleon) எனும் பொதுப் பெயருடையன. ஓர் அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அதன் அணுஎண் Zக்குச் சமம். நியூக்ளியான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை A எனில், நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $N = A - Z$. இரு அணுக்கருக்கள் ஒரே எண்ணிக்கை (Z) உடைய புரோட்டான்களையும், ஒரேஎண்ணிக்கை உடைய நியூட்ரான்களையும் கொண்டவை எனில் அவை ஒரே தனிமத்தைச் சேர்ந்தவை என்கிறோம். மேலும் ஒரே Z மதிப்புடைய கருவினங்களை ஓரிடத் தனிமங்கள் (Isotopes) எனவும், ஒரே A மதிப்புடைய கருவினங்களை ஒத்த நிறைஎண் தனிமங்கள் (Isobars) எனவும், ஒரே N மதிப்புடைய கருவினங்களை ஒத்த நியூட்ரான் எண் தனிமங்கள் (Isotones) எனவும் குறிப்பிடுகின்றனர். இரு அணுக்கருக்கள் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்தவையாகவும், இரு வேறு ஆற்றல் நிலைகளில் (Energy state) உள்ளவையாகவும், அந்நிலைகளில் ஒன்றேனும் அளவிடக்கூடியதாகவும் இருப்பின் அக்கருக்கள் உறுப்பொத்த தனிமங்கள் (Isomers) எனப்படும். ஒன்றின் புரோட்டான் எண்ணிக்கை, நியூட்ரான் எண்ணிக்கை, மற்றொன்றின் நியூட்ரான் எண்ணிக்கை, புரோட்டான் எண்ணிக்கையாகவும் உள்ள இரு கருக்கள் நேர்எதிரிடைக் கருக்கள் (Mirror Nuclei) எனப்பெயர் பெறும்.

அணுக்கரு பற்றிய உண்மைகளை அறிய அதன் மின்னூட்டம், நிறை அளவு (Size), கோண உந்தம், காந்த இருமுனைத் திருப்புமை (Magnetic dipole moment), புள்ளியியல் (Statistics), மின் நான்முனைத் திருப்புமை (Electric quadrupole) ஆகிய நிலைப் பண்புகளைப் (State properties) பற்றி அறியவேண்டியது அவசியமாகும்.

அணுக்கருவின் மின்னூட்டம்

அணுக்கருவில் நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற புரோட்டான்களும், மின் நடுநிலை வகிக்கும் நியூட்ரான்களும் இருப்பதால், அணுக்கரு நேர்மின்னூட்டம் பெற்றிருக்கின்றது என்பதும், அதன் மதிப்பு அதிலுள்ள புரோட்டான்கள் அனைத்தும் பெற்றிருக்கும் மின்னூட்டத்தின் கூடுதல் என்பதும் தெளிவாகின்றது. புரோட்டான் ஓரலகு நேர் மின்னூட்டம் (e) பெற்ற ஓர் அடிப்படைத் துகள். எனவே, ஓர் அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் என்பது, Ze ஆகும். இதில் Z என்பது அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை ஆகும். இதை அணுவெண் என்று குறிப்பிடுவர். மோசுலி (H.G.J. Moseley) என்பார் தனிமங்களின் தனிச்சிறப்பியல்பு மிக்க எக்ஸ் கதிர்களை முறையாக ஆராய்ந்து முதன் முதலில் அணுக்கரு மின்னூட்டத்தை அளவிட்டறிந்தார். அடுத்தடுத்துள்ள தனிமங்களின்தனிச்சிறப்பியல்பு

மிக்க எக்ஸ்கதிர் நிறமாலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட வரியின் அதிர்வெண் (γ) அணுக்கரு மின்னூட்டத்திற்கு (ze) ஏற்பச் சீராக மாறுகின்றது. இதை

$$\gamma = a\,(z-b)^2$$

என்ற சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம். இதில் a, b மாறிலிகளாகும். எக்ஸ்கதிரின் அலைநீளம் தெரியுமெனில், இச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, அணுக்கரு மின்னூட்டத்தை மதிப்பிடலாம்.

ஆல்ஃபா சிதறலை ஏற்படுத்தி, அணுக்கரு மின்னூட்டத்தை அளவிட்டறியவும் முடியும்.

(ஆ) அணுக்கருவின் நிறை

அணுவின் மொத்த நிறையில் 99.975% ஐ அணுக்கரு பெற்றிருக்கின்றது. நிறை நிரல்மானியைக் (Mass spcetrometer) கொண்டு அணுக்கருவின் நிறையைத் துல்லியமாக அறியலாம். ஆக்சிஜனை (0^{16}) அடிப்படையாகக் கொண்ட பழைய அளவுத்திட்டத்தை விடுத்துக் கார்பனை (c^{12}) அடிப்படையாகக் கொண்ட புதிய அளவுத் திட்டத்தில் அணுவின் நிறைகள் அளக்கப்படுகின்றன. மின்னூட்டமற்றதும், ஆற்றலின், அடிநிலை (Ground state) யிலுள்ளதும் C^{12} அணுவின் நிறை $\frac{1}{12}$ பகுதி 'ஒருங்கிணை நிறை அலகு' (Unified mass unit) ஆகும்.

$$1_u = \frac{1 \text{ கிராம்}}{\text{அவோகாட்ரோ எண்}} = \frac{10^{-3}\text{கி.கி.}}{6.02252 \times 10^{23}}$$
$$= 1.66043 \times 10^{-27} \text{ கி.கி.}$$

இதனை ஆற்றல் அலகில் குறிப்பிட்டால் $E = mc^2$ எனும் வாய்பாட்டின்படி, 1u என்பது 1.492232×10^{-10} ஜூல், அல்லது 931.48 மி.எ.வோ. என்பதற்குச் சமம் ஆகும். இந்த அளவுத்திட்டத்தில் புரோட்டானின் ஓய்வுநிலை நிறை (Rest mass) 1.007277 u ஆகும். நியூட்ரானுக்கு அணுக்கருவின் நிறை என்பது அதனுள் இருக்கும் புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்களின் நிறைகளின் கூடுதல் என்று கூறலாம். ஆனால் உண்மையில் அது ஒரு தோராய மதிப்பாகத்தான் இருக்கமுடியும். அணுக்கருவினுள் நியூக்ளியான்கள் கட்டுண்டு இருக்கின்றன. இதற்குத் தேவையான ஆற்றலைத் தம் நிறையிலிருந்தே அவை பெற்றுக் கொள்ளுவதால் பிணைவுற்ற நிறையின் ஒரு நியூக்ளியானின் நிறை அது தனித்த நிலையில் இருப்பதைவிடக் குறைவாக இருக்கின்றது எனலாம். அணுக்கருவில், நியூக்ளியான்கள் அனைத்தும் கட்டுண்டு இருக்க எடுத்துக் கொள்ளும் மொத்த ஆற்றல் கட்டாற்றல் (Binding energy) எனப்படுகிறது. எனவே, அணுக்கருவின் நிறை அதில் உள்ள நியூக்ளியான்களின், நிறைகளின் கூடுதலிலிருந்து அதன் கட்டாற்றலைக் கழிப்பதால் கிடைப்பதாகும்.

நிறை நிரல் மானியைக் கொண்டு, அணு அல்லது அயனியின் நிறையை முதலில் கணக்கிடுகின்றார்கள். எடுத்துக்கொண்ட அணு அல்லது அயனியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் மொத்த நிறையை அதிலிருந்து கழித்து அணுக்கருவின் நிறையைத் துல்லியமாக மதிப்பிடுகின்றார்கள்.

(இ) அணுக்கருவின் உருவளைவு

அணுக்கரு தோராயமாகக் கோள வடிவினதாகக் கருதப் படுகின்றது. அதன் ஆரத்தைப் பல வழிமுறைகளினால் கணக்கிட்டறியலாம். அணுக்கரு வினை வழிமுறை, மின்காந்த வினை வழிமுறை போன்ற முறைகளே இதற்குப் பொதுவாகப் பின்பற்றப்படுகின்றன. ஆல்ஃபாச் சிதறல், ஆல்ஃபாச் சிதைவு, நியூட்ரான் சிதறல், வரி நிரல்களில் ஓரிடத்தால் சார்ந்த இடப்பெயர்ச்சி (Isotopic shift in line spectra) போன்ற முறைகள் அணுக்கரு வினைவழி முறைகளாகும். இவற்றில் அணுக்கரு விசையின் செயலாக்க நெடுக்கை அணுக்கருத் துகள்களைக் கொண்டு நுணுக்கமாய் ஆராயப்படுகின்றது. எலக்ட்ரான் சிதறல், மியூயான் சார்ந்த எக்ஸ் கதிர்கள் போன்ற வழிமுறைகள் மின்காந்த வினை வழிமுறைகளாகும். இவற்றில் அணுக்கருவின் மின்புலம், மின்னூட்டம் விரவியிருக்கும் பாங்கு போன்றவை, எலக்ட்ரான் மியூயான் போன்ற துகள்களைக் கொண்டு தாக்கி ஆராயப்படுகின்றன.

அணுக்கருவை நெருங்கும் ஆல்பாத்துகள் அடையும் சிதறல், அதன் இயக்க ஆற்றலைப் பொறுத்தது. இச்சிதறலைக் கூலும் விதியைக் கொண்டு விளக்கலாம். ஆல்ஃபா துகளின் இயக்க ஆற்றலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, அது கூலும் விசையால் விலக்கமடைவதற்கு முன்பே அணுக் கருவிற்கு மிக நெருக்கமாக வந்து விடக் கூடிய வாய்ப்பைப் பெறுகின்றது. அப்போது ஆல்ஃபா-துகளின் சிதறலுக்கு ஓரளவு அணுக்கரு விசையும் காரணமாகின்றது. அந்நிலையில், சிதறல் வரையறுக்கப்பட்ட அளவிற்கு மீறியதாக நிகழ்கின்றது. இதையே முரணிய சிதறல் (Anomalous scattering) என்கின்றார்கள். முரணிய சிதறலை ஏற்படுத்த வேண்டிய ஆல்ஃபா-துகளின் சிறும இயக்க ஆற்றலை அணுக் கருப்புலத்தில் அதன் நிலையாற்றலாகக் கொண்டு அணுக்கருவின் ஆரத்தை மதிப்பிடலாம்.

மின்காந்த முறையில் 100 முதல் 600 மி.எ.வோ. வரை ஆற்றலுடைய எலக்ட்ரான் அணுக்கருவால் சிதறலடையச் செய்து, அதன் விளைவாகக் கருவின் நேர்மின்னூட்டப் பகிர்வு, கரு மையத்திலிருந்து எவ்வளவு தொலைவு உள்ளது என்று அறியலாம். இவ்வகையான ஆய்வுகள் ஹாப்ஸ்டாடர் (R. Hofstadter) போன்ற அறிஞர்களினால் 1955 ஆண்டு தொடங்கி நிகழ்த்தப்பட்டன.

மேற்குறிப்பிட்ட அனைத்து ஆய்வுகளும், அணுக்கருவின் ஆரத்தின் (R) மும்மடி அதன் நிறை எண்ணுக்கு (A) நேர்விகிதத்தில் இருக்கின்றது என்பதைக் குறிப்பிடு

கின்றன. இவ்வுண்மையிலிருந்து கெய்கர், மார்ஸ்டன் (H-Geiger & , E. Marsden) என்பவர்கள் அணுக் கருவின் ஆரத்திற்கு ஓர் அனுமானச் சமன்பாட்டை நிறுவினார்கள். இதன்படி

$$R = R_0 A_3$$

இதில் A என்பது ஆரம் அறியவேண்டிய அணுக்கருவின் நிறை எண். R_o ஒரு மாறிலி. இதன் சராசரி மதிப்பு 1.35×10^{-15} மீட்டராகும்.

(ஈ) அணுக்கரு அடர்த்தி

பொதுவாக அணுக்கருவின் அடர்த்தி மிகவும் அதிகமானது. எடுத்துக்காட்டாக யுரேனிய அணுக்கருவின் ஆரத்தைக் கணக்கிட்டறிவோம். கெய்கர்-மார்ஸ்டன் சமன்பாட்டின்படி, யுரேனிய அணுக்கருவின் ஆரம்

$$R = 1.35 \times (238)^{\frac{1}{3}} \times 10^{-15} \quad \text{மீட்டர்}$$
$$= 0.8366 \times 10^{-14} \quad \text{மீ.}$$

கோளவடிவமுள்ள அக்கருவின் பருமன் $(\pi \frac{4}{3} R^3)$. 2.454×10^{-42} கனமீட்டர். யுரேனிய அணுக்கருவின் நிறை $238 \times 1.66 \times 10^{-27}$ கி.கி. ஆகும். அணுக்கருவின் நிறைக்கும், அதன் பருமனுக்கும் உள்ள தகவு அணுக்கருவின் செறிவு. யுரேனிய அணுக்கருவின் அடர்த்தியை மேற்கண்ட மதிப்புகளைக் கொண்டு கணக்கிட்டறிந்தால்அதன் மதிப்பு 1.61×10^{17} கி.கி/மீ^{3} என்று கிடைக்கின்றது. பொதுவாக அனைத்து வகையான அணுக்கருக்களின் அடர்த்தியும் ஏறக் குறைய இந்த நெடுக்கையிலேயே அமைந்திருக்கிறது.

அணுவின் அடர்த்தி மிகவும் குறைவு. இதிலிருந்து அறியப்படும் உண்மை என்னவென்றால், கனமான அணுக்கருவிற்கும், எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையே மிகுந்த அளவு வெற்றிடம் இருக்கின்றது என்பதுதான்.

(உ) அணுக்கருவின் கோண உந்தம்

குறிப்பிட்ட வட்டப் பாதைகளில் இயங்கும் நியூக்ளியான்களின் அமைப்பாக அணுக்கருவைக் கருதலாம். எலக்ட்ரானைப் போலவே புரோட்டானும் நியூட்ரானும் தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண் $\frac{1}{2}$ கொண்டவை. மேலும் புரோட்டானும் நியூட்ரானும் சுற்றுப்பாதைக் கோண உந்தக் குவாண்டம் எண்களை முழு எண்களாகக் கொண்டவை (Integral orbital angular momentum numbers). ஆதலின், இரட்டைப்படை (Even) மதிப்புடைய கருக்களின் மொத்தக் குவாண்டம் எண் (J) முழு எண்ணாகவும், ஒற்றைப்படை (odd) A மதிப்புடையவற்றிற்கு அரை எண்ணாகவும் (Half integer) உள்ளது.

(ஊ) அணுக்கருவின் காந்த இருமுனைத் திருப்புமை

சுற்றுப்பாதையில் இயங்கும் மின்னூட்டங் கொண்ட ஒரு துகள் காந்த இருமுனைத் திருப்புமையைத் தோற்றுவிக்கிறது. e மின்னூட்டமும் v திசைவேகமும் உடைய ஒரு துகள் r ஆரமுள்ள வட்டப்பாதையில் இயங்கும் போது ஏற்படும் காந்தத் திருப்புமை

$$\mu = -\mu_o \frac{evr}{2}$$

இதில் μ_o என்பது வெற்றிடத்தின் காந்த உட்புகு திறனாகும். இத்துகளின் நிறை m எனில், சுற்றுப் பாதைக் கோண உந்தம்,

$$p_e = m.v.r.$$

காந்தத் திருப்புமைக்கும் கோண உந்தத்திற்கும் உள்ள தகவு

$$\mu / p_e = -\mu_o \left(\frac{e}{2m} \right)$$

இத்தகவு சுழற்காந்தத் தகவு (Gyromagnetic ratio) எனப்படும். குவாண்டம் கொள்கைப்படி p_e என்பது $e\hbar$ ஆகும். எனவே, வட்டப்பாதையில் இயங்கும் எலக்ட்ரானின் காந்தத் திருப்புமை

$$\mu = -\mu_o \frac{e\hbar}{2m} e = -\mu_B \cdot e$$

இதில்

$$\mu_B = \mu_o \left(-\frac{e\hbar}{2n} \right).$$

இது போர் மாக்னெட்டான் (Bohr magneton) என அழைக்கப்படுகின்றது. J என்பது மொத்தக் கோண உந்தம் எனில் அதன் காந்தத்திருப்புமையை $\mu_J = \mu_B J$ எனக் குறிப்பிடலாம். ஆனால் ஆராய்ச்சியின் வாயிலாகக் கண்டறிந்த மதிப்புகள் சற்று மாறுபட்டனவாக இருக்கின்றன. இதை நேர் செய்வதற்காக g என்ற ஒரு சார்புறுப்பை இணைத்துக் கொண்டார்கள். இதன்படி

$$\mu_J = g \mu_B J \text{ ஆகும்.}$$

g ஐ லாண்டே பிரிவாக்கக்கூறு (Lande splitting factor) என்று கூறுகின்றார்கள்.

இதுபோல J என்ற மொத்தக் கோண உந்தமுடைய அணுக்கருக்களும் μJ என்ற காந்தத் திருப்புமையைப் பெற்றிருக்கும்.

$$\mu_J = g \mu_N J$$

ஆனால் புரோட்டானின் நிறை, எலக்ட்ரானின் நிறையைவிட 1836 மடங்கு அதிகமாக இருப்பதால், காந்த அலகு போர் மாக்னெட்டானை விட 1836 மடங்கு குறைவாக இருக்கின்றது. இதை அணுக்கரு மாக்னெட்டான் (Nuclear magneton) என்று கூறுகின்றார்கள்.

இதை

$$\mu_N = \mu_o \frac{e\hbar}{2m_p} \text{ எனக் குறிப்பிடலாம்.}$$

இதில் m_p என்பது புரோட்டானின் ஓய்வு நிலை நிறையாகும்.

(எ) புள்ளியியல்

மொத்தக் கோண உந்தம் அரைமுழு எண்ணாகக் கொண்ட எலக்ட்ரான், புரோட்டான் நியூட்ரான் போன்ற துகள்களனைத்தும் ஃபெர்மி - டிராக் புள்ளி யியலைச் சார்ந்தும், மொத்தக் கோண உந்தம் முழு எண்ணாகவோ, சுழியாகவோ கொண்ட துகள்கள் போஸ் - அய்ன்ஸ்டைன் புள்ளியியலைச் சார்ந்தும் உள்ளன.

ஒரு தன்மையனவாகிய இரு துகள்களைக் குறிக்கும் அலைச்சார்பு, அவற்றின் வெளி ஆயத் தொலைவுகள் (Space coordinates) பரிமாற்றமடையும்போது குறி மாற்றம் (Sign change) அடைந்தால் அதனை எதிர்ச் சீர்மையுடைய (Anti symmetric) அலைச்சார்பு எனவும், குறிமாற்றம் அடையாவிடில் சமச்சீர்மையுடைய (Symmetry) அலைச்சார்பு எனவும் குறிப்பிடுகிறோம். எதிர்ச்சீர்மையுடைய அலைச்சார்புடைய துகள் ஃபெர்மி-டிராக் புள்ளியியலைச் சார்ந்திருப்பதுடன் பவுலி (Pauli)யின் தவிர்த்தல் கொள்கை (Exclusion principle)க்கு ஏற்பவும் இயங்கும். சமச்சீர்மையுடைய துகள்கள் போஸ்-அய்ன்ஸ்டைன் புள்ளியியலைச் சார்ந் தவை.

ஒற்றைப்படை A மதிப்புடைய அணுக்கருக்கள் ஃபெர்மி-டிராக் புள்ளியியலையும், இரட்டைப்படை A மதிப்புடையவை போஸ்-அய்ன்ஸ்டைன் புள்ளியியலை யும் சார்ந்துள்ளன.

(ஏ) அணுக்கருவின் மின் நான்முனைத் திருப்புத் திறன்

நிறை மையச் சமச்சீர்மை கொண்ட நிலையான அணுக்கருக்களுக்கு மின் இரு முனைத் திருப்புத்திறன் சுழியாகும். எனினும், அவை மின் நான்முனைத் திருப்புத் திறனைப் பெற்றிருக்கலாம்.

பொதுவாகக் காந்தத் திருப்புந் திறன் அணுக்கரு வினுள் உள்ள மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்களின் இயக்கத்தினால் நிறுவப் படுகின்றது; மின்முனைத் திருப்புத்திறன் அணுக்கருவினுள் உள்ள மின்னூட்டம் விரவியிருக்கும் பாங்கினால் ஏற்படுகின்றது.

மின்னூட்டம் அணுக்கருவினுள் கோளக வடிவில் விரவியிருப்பின், அக்கருவின் நான்முனைத் திருப்புத் திறன் சுழியாக இருக்கும். மின்னூட்டம் ஓர் அச்சுத் திசையில் அதிகமாகவும் பிறிதோர் அச்சுத் திசையில் குறைவாகவும் இருக்குமெனில் அணுக்கரு நீள் வடிவ கோள உருவத்தைப் பெறுவதுடன், ஒரு நான் முனைத் திருப்புத் திறனையும் பெறுகின்றது. எனவே ஓர் அணுக் கருவின் நான்முனைத் திறப்புத்திறன் என்பது அக்கரு எப்பக்கமும் சீராக விரவியிருக்கும் மின்னூட்ட நிலை யிலிருந்து எவ்வளவு விலகி இருக்கின்றது என்பதை உணர்த்தக்கூடிய ஓர் இயற்பியல் பண்பாகும்.

பொதுவாக அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி 1 அல்லது அதற்கு மேற்பட்டிருக்கும்போதுதான், அது நான் முனைத் திருப்புத்திறனைப் பெற்றுக் காணப்படு கின்றது. எனவே தற்சுழற்சி சுழி அல்லது $\frac{1}{2}$ யுடைய அணுக்கருக்களில், நேர்மின்னூட்டம், அதாவது புரோட்டான்கள் நிறை, மையத்திற்குச் சமச்சீராக விரவியுள்ளது என்றும், அவற்றின் நான்முனைத் திருப்புத் திறன் சுழி என்றும் கூறலாம்.

சுழற்சி அச்சுத் திசையில் மின்னூட்டம் கூடுதலாக விரவி இருக்குமெனில், அவ்விதக் கருக்கள் நேர்குறி மதிப்புடைய மின் நான் முனைத் திருப்புத் திறனையும், சுழற்சி அச்சுத் திசைக்குச் செங்குத்துத் திசையில் மின் னூட்டம் விரவிக் கூடுதலாக இருக்குமெனில், அக்கருக் கள் எதிர்குறி மதிப்புடைய மின் நான் முனைத் திருப்புத் திறனையும் பெற்றிருக்கும் என்று கூறுவார்கள்.

அ. ஆ.

நூலோதி

1. கோ. பாலசுப்ரமணியன், ''அணுக்கரு இயற் பியல்'' தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், 1970.

2. டாக்டர் இரா. சபேசன், ''அணுக்கருவியல்''. தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், 1970.

3. கா. வே. சுப்பிரமணியம் ''அணு இயற்பியல்''. தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், 1972.

4. **Richtmyer, Kennard and Lauritsen**, ''*Introduction to Modern Physics*'', Mc Graw-Hill Book Co, New York, 1969.

5. **Beiser**, "*Concepts of Nuclear Physics*", Mc Graw-Hill Book Co, New York 1981.

6. **Brijlal N. Subramaniam**, ''*Atomic and Nuclear Physics*'', S. Chand & Co, New Delhi 1985.

அணுக்கரு இயற்பியல்

அணுவின் மையக் கரு பற்றி ஆராயும் இயற்பியல் துறையின் ஒருபகுதி அணுக்கரு இயற்பியல் எனப்படும். அணுக்கருக்களின் அமைப்பு, இயல்பு ஆகியவை பற்றி முறையாக ஆய்வது அதன் அடிப்படையாகும். அத் தகைய ஆய்வானது அறிவியல், மருத்துவம், தொழில் நுட்பவியல் ஆகிய துறைகளில் சிறந்த பல முன்னேற்றங் களை ஏற்படுத்தியுள்ளது.

அணுக்கருவில் புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகிய அடிப்படைத்துகள்கள் அடங்கியுள்ளன. இத்துகள் களே அணு நிறையின் நூற்றுக்கு 99 விழுக்காட்டிற்குக் காரணமாக உள்ளன. நியூட்ரான்களும் புரோட்டான்

களும் மிகவும் நெருக்கமாகச் செறித்து வைக்கப்பட்டிருப்பதால் அணுக்கரு மிகவும், திண்மையுடையதாக உள்ளது. அணுக்கருத்துகள்களிடையே நிலவும் விசை வலிமை மிகு விசையாகும் (Strong force). இந்த அணுக்கரு விசைகளாலேயே அணுக்கருத்துகள்கள் ஒருங்கே கட்டப்பட்டுள்ளன. அணுக்கருவிசையானது மிகமிகக் குறுகிய தொலைவுகளுக்கிடையில் மட்டுமே 10^{-15}மீ. தொலைவு) செயல்திறமுடைய்தாக உள்ளது. மேலும், அதனினும் திறம் குறைந்த ஒரு விசையும்— 'குறைந்த ஆற்றல் விசை' (Weak force) — அணுக்கருத் துகளிடையே செயற்பட்டு அவற்றை ஒன்றாகப் பிணைத்து வைக்க உதவுகிறது.

இயற்கையில் காணப்படும் பெரும்பாலான தனிமங்களின் அணுக்கருக்கள் நிலையானவையாக உள்ளன. எனவே, அவ்வணுவின் கருக்கள் எளிதாகப் பிளந்து விடுவதில்லை. ஆனால், ரேடியம் யுரேனியம் போன்ற சில தனிமங்களின் அணுக்கருக்களும், ஆய்வுக் கூடங்களில் செயற்கையாக உண்டாக்கப்படும் சில தனிமங்களின் அணுக்கருக்களும் நிலையற்றனவாக உள்ளன. நிலையற்ற தன்மை கொண்ட அணுக்கருக்கள் கதிர்வீசும் இயல்பின. அவை தாமாகவே சிதைவுண்டு ஆல்ஃபா, பீட்டா துகள்களையும், காமா கதிர் வீச்சுகளையும் வெளியிடுகின்றன.

இயற்பியலார் அணுக்கருவின் கட்டமைப்பினையும், அதனை ஒருங்கே பிணைத்து வைத்துள்ள ஆற்றலையும் நன்கு புரிந்து கொள்வதற்காக அணுக்கருவின் பண்புகளைத் தொடர்ந்து ஆய்ந்து வருகின்றனர். மேலும், அணுக்கருக்கள் வெளிக்காட்டும் சமச்சீர்மை பற்றியும், அவை கொண்டிருக்கும் சுழற்சி, அலைவு, இயக்க முறை பற்றியும் அறிந்து கொள்வதில் அவர்கள் ஆர்வம் கொண்டுள்ளனர்.

அணுக்கரு பற்றிய ஆய்வு மிகத் துல்லியமும், நுட்பமும் கொண்ட ஆய்வுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேற்கொள்ளப்படுகிறது. அணுக்கரு வினைகளைத் தூண்டி அணுக்கருவின் கட்டமைப்பில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தத் 'துகள் முடுக்கிகள்' (Particle accelerators) என்னும் கருவியமைப்பினை இயற்பியலார் பயன்படுத்துகின்றனர். மேலும் ஆற்றல் வாய்ந்த துகள்வேக முடுக்கிகளும், கண்டுபிடிப்புத் தொழில் நுட்பங்களும் வளர்ந்து வழக்கிற்கு வந்துவிட்டதால் பல புதிய ஆய்வுகளை ஆராய்ச்சியாளர்கள் மேற்கொள்வது எளிதாயிற்று. அறிவியலார் அணுக்கருக்களுக்கும் π மேசான் என்று அழைக்கப்படும் துகள்களுக்கும் இடையேநிகழும் வினைகளைஆராய்ந்ததோடு விரைந்து கதிர் வீசும் எடை மிகுந்த யுரேனிய அணுக்கருக்களிடையே நிகழும் இடையீட்டுவினைகளையும் கண்டுபிடித்தனர்.

அணுக்கரு இயற்பியல் பற்றிய ஆய்வானது மேலும் மேலும் இன்றியமையாததாகி விட்டது. 'அணுப் பிளப்பு' 'அணுப்பிணைவு' என்னும் அணுக்கரு வினைகளைப் புரிந்து கொண்டதால் நடைமுறைப் பயன்பாட்டிற்கென அணுவிலிருந்து மிகப் பேரளவில் ஆற்றலை விடுவிக்க முடிந்தது. கதிர்வீசும் தனிமங்களைக் கண்டுபிடித்ததும் மற்றொரு பெரிய வெற்றியாகும். அத்தகைய தனிமங்கள் தொழில் துறையிலும், மருத்துவ ஆராய்ச்சியிலும் நோய் வகைகளை ஆய்ந்துணர்ந்து தீர்வு காண்பதிலும் மிகவும் பயனுடையனவாக உள்ளன. அணுக்கரு பற்றிய ஆராய்ச்சியானது புதிய இயற்பியல் நிகழ்வுகளையும், புதிய முறைமைகளையும் கண்டுபிடிக்க வழி செய்துள்ளது. அந்தக் கண்டுபிடிப்புகளைப் பல்வேறு அறிவியல் துறைகளும், சிறப்பாக வான் இயற்பியல், உயிர் வேதியியல், திண்ம நிலை, இயற்பியல் துறைகளும் பயன்படுத்தி வருகின்றன.

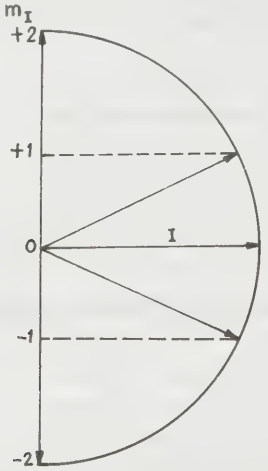
காண்க : அணு; அணுக்கருவாற்றல்; துகள் இயற்பியல்.

அணுக்கரு இலக்கு முனைவாக்கியது

அணுக்கருக்கள் அனைத்தும் புரோட்டான் (Proton) களாலும் நியூட்ரான் (Neutron) களாலும் ஆனவை. இவ்விரண்டு அடிப்படைத் துகள்களும் (Elementary particle) அணுக் கருத்துகள்கள்-நியூக்ளியான்கள் (Nucleons) எனப்படுகின்றன. இத்துகள்கள் அணுக்கருவினுள் சுற்றுப்பாதை இயக்கம் காரணமாகவும், தற்சுழற்சி காரணமாகவும் கோண உந்தத்தைப் (Angular momentum) பெற்றிருக்கும். ஒரு வலம்புரித் திருகைச் சுற்றினால் அதன் முனை முன்னேறுவதைப் போல, சுழல் அச்சின் வழி இக்கோண உந்தம் செயல்படும். குவாண்டம் அலகுத் திட்டப்படி, ஓர் அணுக்கருத் துகளின் சுற்றுப்பாதைக் கோண உந்தம் $\hbar$ ($h/2\pi$) இன் முழுஎண் பெருக்கங்களாகவும் தற்சுழற்சிக் கோண உந்தம் $\frac{1}{2}\hbar$ ஆகவும் இருக்கும் தற்சுழற்சி வலஞ்சுழியாகவோ இடஞ்சுழியாகவோ இருக்கக்கூடும் என்பதால், அதன் மதிப்பு முறையே நேர் அல்லது எதிர்க் குறியுடையதாக இருக்கும்.

அணுக்கருவின் கோண உந்தம் எனப்படுவது அதிலுள்ள அணுக்கருத்துகள்களின் கோண உந்தங்களின் வெக்டர் கூடுதலாகும். இதுவே அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி (Spin) எனப்பெறும். குவாண்டம் அலகுத் திட்டப்படி அணுக்கருக்கள் அதிலுள்ள அணுக்கருத் துகள்களின் எண்ணிக்கைக்கும் ஆற்றல் நிலைகளுக்கும் தக்கவாறு $0, \frac{1}{2}\hbar, \hbar, \frac{3}{2}\hbar, 2\hbar, \frac{5}{2}\hbar, \hbar 3$ .... போன்ற தற்சுழற்சியினைப் பெற்றிருக்கும். அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் கோண இயக்கத்தின் காரணமாக ஒரு வட்டப்பாதையில் செல்வதால் அணுக்கருவைச் சுற்றி ஒரு காந்தப் புலம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. இக்காந்தப் புலத்தை அணுக்கருவின் காந்தத்

திருப்புமையால் வரையறுப்பார்கள். எனவே காந்தத் திருப்புமை கொண்ட அணுக்கருக்கள் புறக்காந்தப் புலத்தில் இடையீட்டுவினை (Interaction) புரிகின்றன. இதன் காரணமாக I என்ற தற்சுழற்சி கொண்ட அணுக்கரு, புறக்காந்தப் புலத்தில் (I + 1) எண்ணிக்கை கொண்ட வெவ்வேறு ஆற்றல் நிலைகளில் இருக்கக் கூடிய வாய்ப்பைப் பெறுகின்றது. அதாவது, ஒரே தற்சுழற்சியும் ஒத்த தன்மைகளையும் கொண்ட அணுக்கருக்களின் தொகுப்பில் அணுக்கள் (2I+1) என்று வேறுபட்ட ஆற்றல் நிலைகளில் இருக்கலாம் (படம்-1).

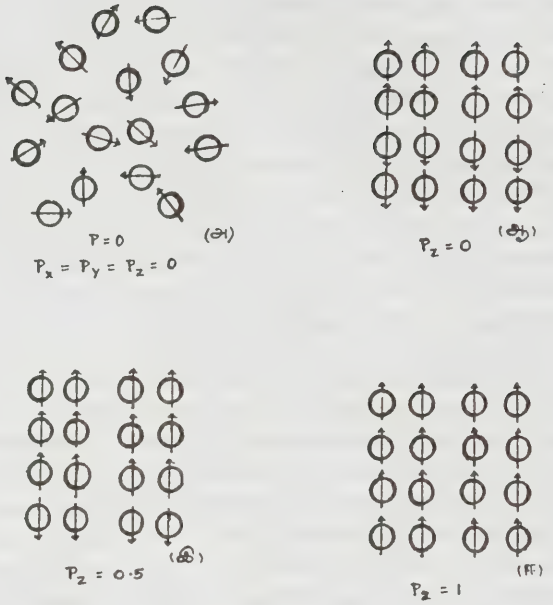


படம் 1. I = 2 என்றுள்ள அணுக்கரு ஒன்றின் தற்சுழற்சியைக் குறிக்கும் வெக்டாரும் (Vector), காந்தப் புலத்தில் வேறுபட்ட ஆற்றல் நிலைகளும்; (m_I என்பது காந்தக் குவாண்டம் எண்ணாகும்).

புறக்காந்தப் புலத்தில் காணப்படும் இந்த ஆற்றல் நிலைகளும் குவாண்டம் அலகுத் திட்டப்படி வரையறுக்கப்படும். அதனால், இதுபோன்ற ஆற்றல் நிலைகளைக் குறிப்பிடக் காந்தக்குவாண்டம் எண்களைப் (Magnetic quantum numbers) பயன்படுத்துகின்றார்கள்.

தன்னிச்சையான அணுக்கருக்களின் தொகுப்பில் உள்ள ஓர் அணுக்கருவின் சுழற்சி அச்சு எத்திசையில் வேண்டுமானாலும் அமையலாம். அதனால் எந்த ஒரு அச்சுத் தொடர்பான கோண உந்தங்களின் ஆக்கக் கூறுகளின் கூடுதலும் சுழியாகும். இதுபோன்ற அமைப்பை முனைவாக்கம் செய்யப்படாத அணுக்கருக்கள் (Unpolarised nuclei) என்பார்கள் (படம்-2 அ).

ஏதாவது ஓர் இயற்பியல் நடைமுறையைப் பின்பற்றித் தொகுப்பில் உள்ள அனைத்து அணுக்கருக்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் மட்டும் சுழற்சி உடையவையாக இருக்குமாறு செய்யலாம். இந்நிலையானது வெப்ப இயக்கச் சமநிலையால் வரையறுக்கப்படாத, ஆனால் நிலைப்புத் தன்மை மிக்க ஒரு நிலையில் இருக்கும். இவ்வமைப்பு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அணுக்கருக்கள் அமைப்பு எனப்படும். பொதுவாக மிகத் தாழ்ந்த வெப்பநிலையிலும், உயர் காந்தப் புலத்திலும் முனைவாக்கம் முழுமையாக இருக்கின்றது.



படம் 2.

½ என்ற தற்சுழற்சியுடைய அணுக்கருக்கள் முனைவாக்க வழிமுறையில் பெற்றிருக்கும் வேறுபட்ட மட்டங்கள். P_z என்பது P என்ற வெக்டரின் Z-அச்சுக் கூறு.

ஓர் அணுக்கருத் தொகுப்பு எந்த அளவிற்கு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்டிருக்கின்றது என்பதை, முனைவாக்க வெக்டர் (Polarization vector) என்ற இயற்பியல் பண்பால் குறிப்பிடுவார்கள். இதை **P** என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடுவது மரபு. அணுக்கருவின் தற்சுழற்சிக்கு இணையாக ஓரலகு வெக்டரை (Unit vector) எடுத்துக் கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சில் அதன் சராசரி ஆக்கக் கூறைக் கண்டறிந்தால், அதுவே அவ்வச்சில் எடுத்துக்கொண்ட அணுக்கருத்தொகுப்பின் முனைவாக்கம் ஆகும். இதை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் தற்சுழற்சி கொண்ட அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கையாலும் வரையறுக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, $I = \frac{1}{2}$ எனில், அணுக்கருக்கள் புறக்காந்தப் புலத்தில் இரு நிலைகளை மட்டுமே பெற்றிருக்க இயலும். $n_{\frac{1}{2}}, n_{-\frac{1}{2}}$ என்பன முறையே வலஞ்சுழி மற்றும் இடஞ்சுழித் தற்சுழற்சி கொண்ட அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை என்றால், முனைவாக்கத் தரத்தை

$$P_z = \frac{n_{\frac{1}{2}} - n_{-\frac{1}{2}}}{n_{\frac{1}{2}} + n_{-\frac{1}{2}}}$$

என்று குறிப்பிடலாம். எண்ணிக்கைகளைச் செறிவு பின்னத்தால் குறிப்பிட்டால்,

$$P_z = f_{\frac{1}{2}} - f_{-\frac{1}{2}}$$

என்றாகும். இதிலிருந்து முனைவாக்கம் என்பது எத்திசையில் எவ்வளவு அணுக்கருக்கள் தற்சுழற்சியைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பதைக் குறிப்பிடும் ஓர் இயற்பியல் பண்பு என்பதை அறிந்து கொள்ளலாம். $P_z = 1$

என்றால், குறிப்பிட்டதொரு திசையில் முனைவாக்கப் முழுமை பெற்றிருக்கின்றது என்று சொல்லலாம். அதாவது அனைத்து அணுக்கருக்களும் ஒரு திசையில் மட்டும் தற்சுழற்சி கொண்டனவாய் இருக்கும். (படம்-2 ஈ). $P_z = 0$ எனில், Z-அச்சில் சம எண்ணிக் கையில் வலஞ்சுழியாகவும், இடஞ்சுழியாகவும் தற் சுழற்சி கொண்ட அணுக்கருக்கள் இருக்கும் எனலாம் (படம்-2 ஆ). தன்னிச்சையான அணுக்கருக்கள் கொண்ட தொகுப்பில் எல்லாத் திசைகளிலும் $P = 0$ ஆக இருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சில் ஒரு வகை யான தற்சுழற்சி (வலஞ்சுழி), மற்றொரு வகையான தற்சுழற்சி (இடஞ்சுழி)யைக்காட்டிலும் கூடுதலாக இருக்குமானால் P_z-இன் மதிப்பு சுழிக்கு மேற்பட்ட தாய், ஆனால் ஒன்றுக்கு உட்பட்டதாய் இருக்கும். இதைப் பகுதி முனைவாக்கம் (Partial polarization) என்று கூறுவார்கள் (படம்-2 இ). சில சமயங்களில் முனைவாக்கத் தரத்தை (Degree of polarization) விழுக் காட்டாலும் குறிப்பிடுவார்கள். இதன்படி $P = 0.3$ என்றால் முனைவாக்கத் தரம் 30% எனப்படும்.

அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி 1 அல்லது அதற்கு மேற் பட்டதாக இருக்குமானால், காந்தப் புலத்தில் அணுக் கருவிற்கு மூன்று அல்லது இன்னும் கூடுதலான ஆற்றல் நிலைகள் இருக்கும். காந்தப் புலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலையைக் கொண்ட அணுக்கருக்களின் செறிவை மிகுவிப்பதே முனைவாக்கம் எனப்படு கின்றது என்றாலும் இங்கு முனைவாக்கத்தில் வேறு சில சிறப்பு நிலைகளும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக $I = 1$ என்றால், காந்தப்புலத்தில் அதற்கு மூன்று நிலை கள் இருக்கும். அதன் காந்தக் குவாண்டம் எண்கள் முறையே $+1, 0, -1$ ஆகும். முனைவாக்கம் செய்யப் படாத பொழுது இந்நிலைகளில் சம எண்ணிக்கை கொண்ட அணுக்கருக்கள் இருக்கும். f_+, f_0, f_- என்பன முறையே இம் மூன்று நிலைகளில் உள்ள அணுக்கருக்களின் செறிவுப் பின்னம் என்றால்,

$$f_+ = f_0 = f_- = \frac{1}{3}$$

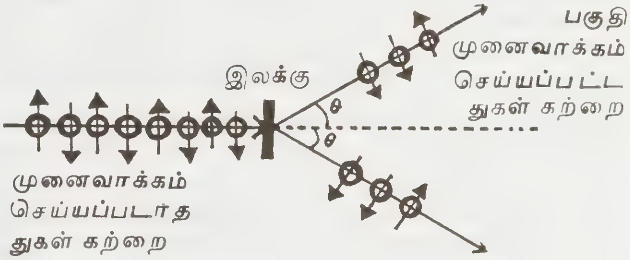
என்றிருக்கும். $m_1 = +1$ என்ற நிலையை $m_1 = -1$ என்ற நிலையை மட்டும் மாற்றுவதனால் அதிகரிக்க லாம். இதை வெக்டர் முனைவாக்கம் (Vector polarization) என்கிறார்கள். Z-அச்சில் முனைவாக்கம் $P_z = f_+ - f_-$ ஆக இருக்கும். $m_1 = 0$ என்ற நிலை யைச் செறிவூட்டம் செய்யவோ அன்றிக் குன்றச் செய்யவோ முடியும். இதை டென்சர் முனை வாக்கம் (Tensor polarization) என்கிறார்கள். Z-அச்சுக்குச் செங்குத்துத் திசையில் முனைவாக்கம் $1 - 3 f_0$ ஆகும்.

கணிதவியல் தீர்வுகளின்படி $(3/2 \cos^2 \theta - \frac{1}{2})$ இன் சராசரி மதிப்பு முனைவாக்கத்தைக் குறிப்பிடுவதாய் இருக்கின்றது. உண்மையில் இது டென்சர் முனை வாக்கத்தில் ஒரு பகுதி மட்டுமே ஆகும். கோள மண்டல அலைத் தீர்வுகள் (Spherical harmonics) ஒவ் வொன்றின் சராசரி மதிப்பும் டென்சர் முனைவாக்கத் தின் பல பகுதிகளையும் மதிப்பிடுவதாயிருக்கிறது.

அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி சுழியெனில் அதை முனை வாக்கம் செய்ய இயலாது. $I = \frac{1}{2}$ எனில் அது வெக்டர் முனைவாக்கம் மட்டும் பெற்றிருக்கும். ஒருபோதும் டென்சர் முனைவாக்கம் பெற இயலாது. $I = 1$ அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மதிப்புகளைப் பெற்றிருந் தால், டென்சர் முனைவாக்கமும் காணப்படும்.

முனைவாக்கம்-வழிமுறைகள்

உயர்வேக நியூட்ரான் கற்றையைப் பல அணுக்கரு வினைகளின் மூலம் பெறலாம். தாக்கும் துகளான நியூட்ரானும், தாக்கப்படும் இலக்கான அணுக்கருவும் முனைவாக்கம் செய்யப்படாவிட்டாலும் 0 டிகிரி கோண திசையைத் தவிர, வேறு எத்திசையிலும் செல்லும் நியூட்ரான்கள் ஓரளவு முனைவாக்கம் (அதாவது பகுதி முனைவாக்கம்) பெற்றதாக இருக்கும் (படம்-3). இம் முறையில் சாதாரணமாக $P = 0.3$ என்ற அளவில்



படம் 3. சிதறலும் முனைவாக்கமும்

முனைவாக்கம் செய்யலாம். அடுத்தடுத்து மோதலுக்கு உள்ளாக்கிச் சிதறச் செய்யும் போது, முனைவாக்கத் தின் தரம் மேலும் மிகுகிறது. ஆனால், துகளின் செறிவு மிகவும் குறைந்து போய்விடுகின்றது.

குறைவேக நியூட்ரான்களாயின் காந்தப் பொருள் களில் உள்ள அணுக்களில் உள்ள முனைவாக்கம் செய் யப்பட்ட எலக்ட்ரான்களோடு இடையீட்டு வினையை ஏற்படுத்தி முனைவாக்கம் செய்ய இயலும்.

உயர்வேக அயனிகள், புரோட்டான்கள் ஆகிய வற்றின் முனைவாக்கத்தையும் தக்க அணுக்கரு வினை களினாலும் அல்லது சிதறலுக்கு உள்ளாக்குவதினாலும் பெறலாம். தாக்கு துகள்கள் பகுதி முனைவாக்கம் பெற்றிருக்குமானால் சிதறும் துகள்களின் முனைவாக்கம் இன்னும் முழுமையானதாக இருக்கும்.

அயனியாக்கம் (Ionization) செய்யப்படாத சாதா ரண அணுக்களின் அணுக்கருக்களை முனைவாக்கம் செய்வதற்கு அணுக்களைப் புறமின்காந்தப் புலத்தைக் கொண்டு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அணு எலக்ட் ரான்களோடு (Atomic electrons) வினைபுரியுமாறு

செய்வார்கள். இப்படி முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அணுக்களை அயனிப்படுத்தித் துகள் முடுக்கும் பொறிகளைக் கொண்டு வேகப்படுத்தவும் செய்யலாம். உயர் ஆற்றல் ஆய்வுகளுக்குத் தேவையான முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட துகள் கற்றைகளை இதன் மூலம் பெற முடிகின்றது. மிக உயர்ந்த அளவு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட புரோட்டான், எலக்ட்ரான் போன்ற அடிப்படைத் துகள் கற்றைகளையும், டியூட்ரான் (Deuterons), டிரைட்டான் (Triton), ஹீலியம்-3, லித்தியம்-7 போன்ற அயனிகளின் கற்றைகளையும் பெற இவ் வழிமுறையைப் பின்பற்றுகிறார்கள்.

திண்மப் பொருள் ஒன்றில் உள்ள அணுக்கருக்களின் முனைவாக்கத்தை அப்பொருளை மிகத் தாழ்ந்த வெப்ப நிலையிலும், உயர் காந்தப் புலத்திலும் வைத்துப் பெறமுடியும். ஒரு தொகுப்பில் உள்ள அணுக்கருக்களின் முனைவாக்கத்தை மேலும் முழுமைப் படுத்த அத்தொகுப்பில் ஓரளவு காந்தத்தன்மை பெற்றுள்ள, குறிப்பாக, பாராகாந்தத் தன்மை (Para magnetism) உடைய, அணுக்களையோ அல்லது அயனிகளையோ சேர்ப்பதால் பெறலாம். முனைவாக்கம் செய்யப்படவேண்டிய அணுக்கருக்களுக்கு அருகில் உள்ளவெளியில் காந்தப் பொருள்களினால் உயர் காந்தப் புலம் தோற்றுவிக்கப்படுவதால் இது இயலும். ஏறக்குறைய முழு அளவில் முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட புரோட்டான்களை இதன் மூலம் பெற இயலும். கதிரியக்கம் கொண்ட அணுக்கருக்களை முனைவாக்கம் செய்ய இம்முறை சிறப்பாகப் பயன்படுகிறது. முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட தாக்கு துகள்களைக் கொண்டு முனைவாக்கம் செய்யப்படாத இலக்குகளைத் தாக்கியும், முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட கதிரியக்க அணுக்களைப் பெற முடியும். இதுபோன்ற வழி முறையைப் பின்பற்றி கோபால்ட்-60 என்ற அணுக்கருவை முனைவாக்கப்படுத்திப் பார்த்தபொழுது, அது தன் கதிரியக்கச் சிதைவினால் வெளிப்படுத்தும் எலக்ட்ரானைப் பெரும்பாலும் தன் தற்சுழற்சி வெக்டருக்கு எதிர்த் திசையிலேயே வெளிப்படுத்துகின்றது என்ற பேருண்மையை சி.எஸ்.வூ (C.S. Wu) என்ற விஞ்ஞானி கண்டறிந்தார். புகழ் பெற்ற இந்த ஆய்வானது குறை வலிமை வினைகளில் இடவலச் சமச்சீர்மையின்மை (Parity violation) இருக்கலாம் என்ற அமெரிக்க குடியுரிமை பெற்ற சீன நாட்டு விஞ்ஞானிகளான டி.டீ.லீ (T.D. Lee), சி.என். யாங் (C.N. Yang) என்பவர்களின் கருத்தை மெய்ப்பிப்பதாய் இருக்கின்றது.

சில படிகங்களைச் சில குறிப்பிட்ட அச்சில் சுழற்சிக்கு உள்ளாக்குவதனால், படிகத் தளத்தில் உள்ள அணுக்கருக்களை முனைவாக்கம் செய்ய இயலும். $[Y(C_2H_5SO_4)_3\ 9\ H_2O]$ என்று குறிப்பிடப்படும் எட்ரியம் ஈதைல் சல்பேட் என்ற படிகத்தில் ஓரளவு எட்ரியம் நீக்கஞ் செய்யப்பட்டு அவ்விடத்தை எட்ர்பியம் (Yetterbium) என்ற அணுவால் நிறைவு செய்யலாம். இவ்வாறு வேற்றுப் பொருள் கலக்கப்பட்ட அப்படிகத்தை 1 டெஸ்லா (Tesla) காந்தப் புலத்திலும், 1.4 டிகிரி கெல்வின் வெப்ப நிலையிலும் வைத்து, நொடிக்கு 60 சுற்றுக்கள் என்ற முறையில் சுற்றினால், புரோட்டானின் முனைவாக்கம் $P = 0.19$ ஆக இருக்கும்.

ஒளியியல் முறைகளையும் அணுக்கரு முனைவாக்கத்திற்குப் பின்பற்றலாம். இது முதன் முதலில் ஆல்ஃபிரட் காஸ்ட்லர் (Alfred Kastler), ஜீன் ப்ரோசெல் (Jean Brossel) என்பவர்களால் நடைமுறைப்படுத்தப் பட்டது. கோண உந்தத்தை ஏற்றுச் செல்லும் வட்ட முனைவாக்க (Circularly polarised light) ஒளியைக் கொண்டு அணுக்கருவைத் தாக்கும்போது, ஒளியின் கோண உந்தம் அணுக்கருவால் உட்கவரப்படுகின்றது. ஒத்ததிர்வு ஏற்படும்போது அணுக்கருவின் ஆற்றல் நிலை மாற்றம் தீவிரமாகி முனைவாக்கம் நிகழ்கின்றது. இவ்வழி முறையினால், அறை வெப்பநிலையில் 10^{-4} பாஸ்கல் (Pascal) அழுத்தத்தில் உள்ள சோடிய ஆவியில் முழுமையான முனைவாக்கத்தைப் பெறமுடியும் என்று செய்து காட்டியிருக்கிறார்கள்.

மைக்ரோ அலை (Microwave) அதிர்வெண்ணில் அலைவுறும் காந்தப் புலத்தைக் கொண்டும் அணுக்கருக்களின் முனைவாக்கத்தைப் பெறமுடியும். அணுக்கருக்காந்த ஒத்ததிர்வு (Nuclear magnetic resonance) தொடர்பான ஆய்வில் இம்முறையே கையாளப்படுகின்றது. காந்தப்புலத்தில் அணுக்கருவின் இரு ஆற்றல் நிலைகளுக்கும் வேறுபாடாய் உள்ள ஆற்றலும், அலைவுறு காந்தப் புலத்திலிருந்து உட்கவரப்படும் ஆற்றலும் சமமாக இருக்குமானால், ஒத்ததிர்வு ஏற்பட்டுப் பெருவாரியான அணுக்கருக்கள் முனைவாக்கம் பெறும்.

பயன்கள் :

அணுக்கரு விசை பொதுவாகத் தற்சுழற்சியோடு தொடர்புடையதாக இருக்கின்றது. முனைவாக்கம் செய்யப்படாத அணுக்கருக்களைக் கொண்டு தற்சுழற்சியோடு தொடர்புடைய அணுக்கரு விசையின் பண்புகளை ஓரளவு மதிப்பிட முடியும் என்றாலும், முனைப்படுத்தப்பட்ட அணுக்கருக்களினால் அது தொடர்பான கருத்துகளை இன்னும் ஆழமாக அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அணுக்கரு இலக்குகளைக் கொண்டு, அணுக்கரு வினைகளைப் பற்றித் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ள முடிகின்றது. முனைவாக்கத்தினால் அணுக்கருவின் பல பண்புகளை மதிப்பிட முடிகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, காந்த இருமுனைத் திருப்புத் திறன் (Magnetic dipole moment), மின் நான்முனைத் திருப்புத்திறன் (Electric quadrupole moment), தற்சுழற்சி ஆற்றல் நிலைகள் போன்ற பண்புகளைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லலாம். அதிநுண் புலம் (Hyperfine field), மின் புலச் சரிவு (Electric field gradient) போன்ற அணுக்கருவோடு தொடர்புடைய பண்புகளையும் அறிய முனைவாக்கம் உதவுகின்றது. ஈர்ப்பு, மின்காந்தம், குறை வலிமை, மிகு வலிமை என இயற்கையில் நான்கு விசைகள் மட்டுமே உள்ளன. இயற்கை விசைகளின் அடிப்படை

உண்மைகளை அறியவும் அணுக்கரு முனைவாக்கம் உதவுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக்க் குறை வலிமை வினைகளில் காணப்படும் இடவலச் சமச்சீரின்மையைச் சுட்டிக் காட்டலாம். புதிய வெப்பநிலை அளக்கையியல் (Thermometry), சுழற்சிக்காட்டி (Gyroscope) கருவிகளிலும் இது பயன்படுகின்றது. துல்லியமான காந்தமானிகளில் சைகை அலைகளின் செறிவை அதிகரிக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

மெ. மெ.

நூலோதி

1. **A. Abragam and W. G. Proctor,** *Une nouvelle methode de polarisation des noyatux atomicques dans solides* Pendus, 1958.
2. **J. M. Daniels,** *'Oriented Nuclei: 'Polarized Target and Beams'*, La Direction de la Physique C.E.N. Saelay, 1966.
3. **M. E. Rose (ed),** *'Nuclear Orientation'*, ISRS 6, 1963.

அணுக்கரு உருமாற்றம்

ஒரு நியூக்ளைடு மற்றொன்றாக உருமாற்றம் அடைவது அணுக்கரு உருமாற்றம் (Nuclear transmutation) எனப்படும். அணுக்கரு இயக்கம் அல்லது கதிரியக்க முறையினால் ஆன இம்மாற்றத்திற்குப்பின் அணுக்கருவின் மின்செறிவு (nuclear charge) பொருள் அளவு (Mass) அல்லது நிலைத்தன்மை (Stability) வேறுபடுகின்றது. இயற்கையான கதிரியக்க முறைகளில் (Natural radioactive processes) இம்மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. துகள் மிகை வேகப்படுத்திடும் கருவிகள் (Particle accelerators) உயர்சக்தி அயான் கற்றைகளை (High energy ion beams) வழங்கி அதனால் எல்லா நிலைத்த அணுக்கருக்களின் (Stable atomic nuclei) கூலும்ப் தடையினை (Coulomb barrier) ஊடுருவிச் சென்று தோற்றுவிக்கப்பட்ட பல அணுக்கரு உருமாற்றங்களினால் முறையான குறியீட்டு முறை (Systematic notation) அமைவது ஒரு பொதுத் தேவையாயிற்று.

அணுக்கரு உருமாற்றத்தினை விளக்கும் இரு சமன்பாடுகளாவன.

$$^{27}Al + n \longrightarrow {}^{27}Mg + {}^{1}H$$

இச்சமன்பாடு அணுப்பொருளளவு எண் (Mass number) 27 இனைக்கொண்ட அலுமினிய அணுக்கள் நியூட்ரான்களின் தாக்குதலால் அணுப்பொருளளவு எண் 27 இனைக்கொண்ட மக்னீசியம் அணுக்களாக மாற்றப்பட்டு இம்மாற்றத்தில் ஒரு புரோடானை வெளிவிடுவதைக் காட்டுகிறது.

மேலும்

$$^{9}Be + \gamma \longrightarrow {}^{8}Be + n.$$

இச்சமன்பாடு அணுப்பொருளளவு எண் 9 இனைக் கொண்ட பெரிலியம் அணுக்கள் காமாகதிர்த் தாக்குதலால் (Gamma ray bombardment) அணுப் பொருளளவு எண் 8 இனைக்கொண்ட பெரிலியம் அணுக்களாக மாற்றப்பட்டு இம்மாற்றத்தில் ஒரு நியூட்ரானை வெளிவிடுவதைக் காட்டுகிறது.

மேற்கண்ட இவ்விரு இயக்கங்களையும் சுருக்கிய வடிவில் கீழ்க்கண்டவாறு தெரிவிக்கலாம்.

$$^{27}Al\ (n, p)^{27}mg.$$

மற்றும்

$$^{9}Be\ (\gamma, n)^{8}Be.$$

நூலோதி

Van Nostrand's Scientific Encyclopaedia, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold, Company, New York, 1976.

அணுக்கரு உறுப்பொப்புமை

பொதுவாக அணுக்கருக்களை, அவற்றின் நிறை எண், புரோட்டான் எண், நியூட்ரான் எண் ஆகியவற்றால் பாகுபடுத்தி வகைப்படுத்துவது மரபு. இதன்படி அணுக்கருக்களை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை சம எண்ணிக்கையில் புரோட்டான்களையும், வேறுபட்ட எண்ணிக்கையில் நியூட்ரான்களையும், அதனால் மாறுபட்ட நிறை எண்ணையும் பெற்றிருக்கின்ற ஓரிடத்தனிமங்கள் (Isotopes), வேறுபட்ட எண்ணிக்கையில் புரோட்டான்களையும், நியூட்ரான்களையும் பெற்றிருந்தாலும் சமமான நிறை எண்ணை உடைய ஒத்த நிறை எண் தனிமங்கள் (Isobars), சம எண்ணிக்கையில் நியூட்ரான்களையும், வேறுபட்ட எண்ணிக்கையில் புரோட்டான்களையும் அதனால் மாறுபட்ட நிறை எண்ணையும் பெற்றிருக்கின்ற ஒத்த நியூட்ரான் எண் தனிமங்கள் (Isotones), உறுப்பொத்த தனிமங்கள் (Isomers) என்பவையாகும். உறுப்பொத்த தனிமங்கள் சமமான அணுவெண்ணும், நிறையெண்ணும் உடைய, ஆனால் வேறுபட்ட கதிரியக்கப் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும் அணுக் கருக்களாம். (வேதியியல் ஒத்த சேர்க்கையும், மூலக்கூறு எடையும், ஆனால் வெவ்வேறு பண்புகளையும் கொண்ட மூலக்கூறுகளை உறுப்பொத்த மூலக்கூறுகள் என்பர்.

அணுக்கரு உறுப்பொப்புமைக்கான முதல் அடிப்படை 1921ஆம் ஆண்டில் ஆட்டோ ஹான் (Otto Hahn) என்பவரால் அறிவிக்கப்பட்டது. UX_2, UZ என்று குறிப்பிடப்படுகின்ற இரு கதிரியக்கத் தனிமங்களும் ஒரே நிறை எண்ணையும், ஒரே அணு எண்ணை

யும் கொண்டவையாகவும் இருக்கின்றன என்று அப்போது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இவையிரண்டும் UX_1 என்று குறிப்பிடப்படுகின்ற ஒரு கதிரியக்கத் தனிமத்தின் பீட்டா சிதைவாக்கத்தினால் விளைகின்றன. UX_2 இன் அரை ஆயுள் 1.18 மணித்துளிகளாகும். இதன் சிதைவின்போது மூன்று பீட்டா கதிர்கள் (மிகு வேக எலக்ட்ரான்கள்) உமிழப்படுகின்றன. அவற்றின் உயர் வரம்பு ஆற்றல் (End point energy) முறையே 2.31 மி.எ.வோ. (90%), 1.50 மி.எ.வோ. (9%), 0.58 மி.எ.வோ. (1%) ஆகும். UZஇன் அரை ஆயுள் 6.7 மணிகளாகும். இது தன் சிதைவின் போது நான்கு வகையான பீட்டா கதிர்களை வெளியேற்றுகின்றது. அவற்றின் உயர் வரம்பு ஆற்றல் முறையே 0.16 மி.எ.வோ (28%),0.32 மி.எ.வோ. (32%),0.53 மி.எ.வோ. (27%) 1.13 மி.எ.வோ. (13%) ஆகும்.

நீண்ட காலமாக இவை மட்டுமே அணுக்கரு உறுப்பொத்த தனிமங்களாக இருந்து வந்தன. 1935ஆம் ஆண்டுவாக்கில், பல உறுப்பொத்த அணுக்கருக்கள் கண்டறியப்பட்டன. இவை பெரும்பாலும் செயற்கைக் கதிரியக்கத்தின் போது அறியப்பட்டன. பொதுவாக உறுப்பொத்த அணுக்கருக்கள் இரண்டு இரண்டாக இணைந்து உள்ளன. மிக அரிதாக மூன்றும் காணப்படுவதுண்டு.

புரோமின்-80 மாறுபட்ட இரு கதிரியக்கப் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றது என்பது செயற்கைக் கதிரியக்கம் தொடர்பான ஆய்வின்போது தெரியவந்தது. இயல்பாக புரோமினில் இரு ஓரிடத்தனிமங்கள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. அவற்றின் நிறை எண்கள் முறையே 79 ம் 81 ம் ஆகும். புரோமினை நியூட்ரானின் தாக்குதலுக்கு உள்ளாக்கினால், நியூட்ரான் உட்கவரப்பட்டு, ஒரு காமாதுகள் வெளியேறுகின்றது. நிகழும் வினைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$^{79}_{35}Br + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{80}_{35}Br + \gamma \text{ (காமாகதிர்)}$$

$$^{81}_{35}Br + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{82}_{35}Br + \gamma \text{ (காமாகதிர்)}$$

வினை விளைவு அணுக்கருக்கள் (n, γ) வினைக்கு எடுத்துக்கொண்ட அணுக்கருவின் ஓரிடத்தனிமங்களாக இருக்கின்றன. புரோமினை டியூட்ரானின் தாக்குதலுக்கு உள்ளாக்கியும் இவ்விரு ஓரிடத் தனிமங்களைப் பெறலாம்.

$$^{79}_{35}Br + ^{2}_{1}D \longrightarrow ^{80}_{35}Br + ^{1}_{1}H$$

$$^{81}_{35}Br + ^{2}_{1}D \longrightarrow ^{82}_{35}Br + ^{1}_{1}H$$

புரோமின்-80ம், புரோமின்-82ம் பீட்டா சிதைவாக்கத்திற்கு உட்படுகின்றன. நியூட்ரான் கற்றையின் தாக்குதலுக்கு உள்ளான புரோமினின் கதிரியக்கப் பண்புகளை நுணுகி ஆராய்ந்த போது, அது வெவ்வேறு அரை வாழ்வுக் காலத்துடன் கூடிய கதிரியக்கச் சிதைவிற்கு உள்ளாவது தெரியவந்தது. அந்த அரை ஆயுள் முறையே 17.6 நிமிடங்கள், 4.5 மணிகள், 35.3 மணிகள் ஆகும். புரோமின்-80, புரோமின்-82 என்ற இரண்டு கதிரியக்கத் தனிமங்கள் எங்ஙனம் மூன்று அரை ஆயுள் பெற்றிருக்க முடியும்? இதை அணுக்கரு உறுப்பொப்புமை என்ற இயற்பியல் உண்மையால் மட்டுமே விளக்க முடியும். அதாவது அணு நிறை 80, 82 உடைய புரோமின் அணுக்கருவினுள் ஏதோ ஒன்று இரு வகையாகப் பீட்டா சிதைவுந்தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றது என்று சொல்லலாம்.

புரோமின்-80, புரோமின்-82 இவற்றுள் எது அணுக்கரு உறுப்பொப்புமையைப் பெற்றிருக்கின்றது என்பதை (γ, n) புரோமினை வினைக்கு உட்படுத்தி வினை விளைவு அணுக்கருக்களை ஆராய்ந்து கண்டறியலாம்.

$$^{79}_{35}Br + \gamma \longrightarrow ^{78}_{35}Br + ^{1}_{0}n$$

$$^{81}_{35}Br + \gamma \longrightarrow ^{80}_{35}Br + ^{1}_{0}n$$

இங்கு புரோமின் 78-ம், புரோமின் 80ம், 6.4 நிமிடங்கள், 17.6 நிமிடங்கள் மற்றும் 4.5 மணிகள் என்ற அரை ஆயுள்களுடன் சிதைவுறுகின்றன. (n, γ), (γ, n) வினைகளை நுணுகி ஆராய்ந்தால், புரோமின்-80 17.6 நிமிடம், 4.5 மணிகள் என்ற இருவேறு அரை ஆயுள்களுடன் சிதைவுறுவது புலனாகும்.

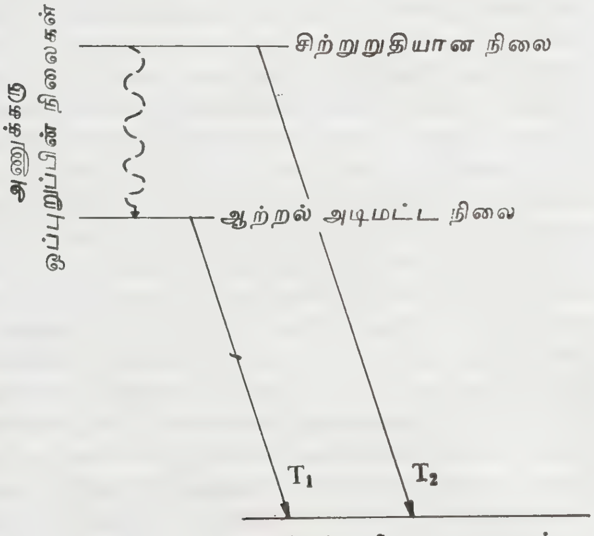
ஒரே அணுக்கரு இரு வேறுபட்ட அரை ஆயுளுடன் சிதைவுறுவது எப்படி இயலும்? அணுக்கரு, உறுப்பொப்புமையைக் காட்டும் அணுக்கரு இரு வேறு அணுக்கரு ஆற்றல் மட்டங்களில் இருக்குமெனில் இது நிகழலாம். இதன்படி ஓர் அணுக்கரு ஒப்புறுப்பு அணுக்கருவின் அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையையும், மற்றொன்று கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட ஆற்றல் மட்ட நிலையையும் பெற்றிருக்கும் எனலாம் அணுக்கரு உறுப்பொப்புமையைப் பிரித்துக் காட்டக்கூடிய இந்த ஆற்றல் மட்டங்களுக்கிடையே பொதுவாக நிலை மாற்ற வினை நிகழலாம். அப்போது 10^{-13} நொடிக்கும் குறுகிய காலத்திற்குள் காமாகதிர் உமிழப்படுகின்றது. சில சமயங்களில், சில காரணங்களினால் இந்த நிலை மாற்றம் தானாகவே தடை செய்யப்படுவதும் உண்டு. அப்படித் தடை செய்யப் பட்ட உயர் ஆற்றல் மட்ட

நிலை சிற்றுறுதியான (Metastable) நிலை என்று குறிப்பிட்டுச் சொல்லப்படும். இந்தச் சிற்றுறுதியான நிலையில் உள்ள கதிரியக்க ஓரிடத்தனிமத்தின் அரை ஆயுள், அடி மட்ட ஆற்றல் நிலையில் உள்ளதன் அரை ஆயுளைவிடச் சில நிமிடங்கள் முதல் பல நாட்கள் வரை மாறுபட்டுள்ளது. காட்டாக, புரோமின்-80 இன் சிற்றுறுதியான நிலையில் அரைஆயுள் 4.5 மணிகள், ஆனால் அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையில் அதன் அரை ஆயுள் 17.6 நிமிடங்கள்.

இன்றைக்கு 150-க்கும் மேற்பட்ட அணுக்கரு உறுப்பொப்புமையுடைய மூலகங்களைக் கண்டறிந்திருக்கின்றார்கள். குறிப்பாக இவை இடைப்பட்ட மூலகங்களிலும் உயர் நிறை எண் உடைய மூலகங்களிலும் மட்டுமே காணப்படுகின்றன.

அணுக்கரு உறுப்பொப்புமைகளின் வகைகள்

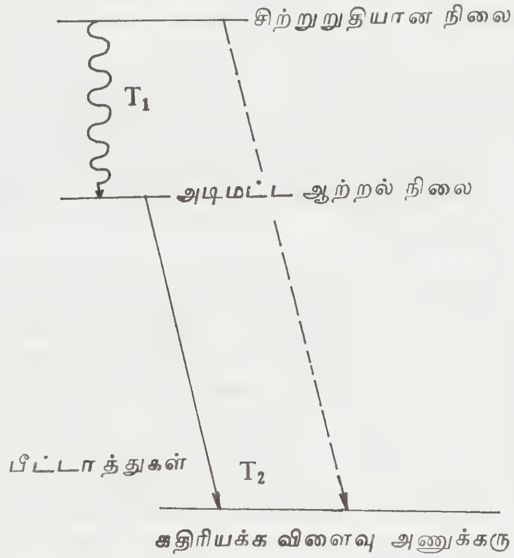
அணுக்கரு உறுப்பொப்புமைகளில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. முதலாவது தற்சார்பான சிதைவுடன் கூடிய உறுப்பொத்த தனிமங்களாகும் (Isomers with Independent decay). இதில் ஒவ்வோர் உறுப்பும் தனக்கென உரிய சிதைவுக் காலத்துடன் சிதைவுறுகின்றது (படம்-1). இங்கு உறுப்பொத்த தனிமங்களுக்கிடையேயான, அதாவது சிற்றுறுதியான நிலையிலிருந்து அடிமட்ட ஆற்றல் நிலைக்கு நிலைமாற்றம் பெரிதும் தவிர்க்கப்படுகின்றது. அப்படியே இருந்தாலும் மிகவும் சொற்ப அளவில்தான் இருக்கும்.



படம்-1

(எ.கா.) மாங்கனீசு 52, துத்தநாகம் 71, மாலிப்டினம் 91, வெள்ளி 101, காட்மியம் 115.

இரண்டாவது வகை இனத்தொடர்புள்ள உறுப்பொத்த தனிமங்களாகும் (Genetically related isomers). இதில் சிற்றுறுதியான நிலை ஒரு காமா கதிரை உமிழ்வதனால் T_1 என்ற குறிப்பிட்ட அரை ஆயுளுடன் அடிமட்ட ஆற்றல் நிலைக்கு மாறுகின்றது (படம்-2). இது உறுப்பொப்பிடை நிலைமாற்றம் (Isomeric transition) எனப்படும். பெரும்பாலும் இந்த காமா கதிர் அணுக்கருவின் புறவெளியில் உள்ள சுற்றுப்பாதை எலக்ட்ரான்களினால் உட்கவரப்பட்டு, இயக்க ஆற்றலுடன் வெளியேற்றப்படுகின்றன. அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையில் உள்ள உறுப்பொப்பின் ஓர் உறுப்பு T_2 என்ற அரை ஆயுளுடன் கதிரியக்க விளைபொருளாக மாறுகின்றது.



படம்-2

சிற்றுறுதியான நிலையிலிருந்து நேரடியாகக் கதிரியக்க விளைவு அணுக்கருவாக மாறுவதற்கான வாய்ப்பு மிகவும் குறைவே (அதனால் படத்தில் கோடு விட்டுவிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது) (எ.கா.) ஸ்காண்டியம் 44, துத்தநாகம் 69, புரோமின் 80. செலினியம் 82, இன்டியம் 114, டெல்லுரியம் 131.

பொதுவாக அணுக்கரு உறுப்பொப்புகளிடையே நிலை மாற்றத்திற்கான அரை ஆயுள், அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையில் உள்ள உறுப்பொப்பின் பீட்டா சிதைவாக்கத்தின் அரை ஆயுளை விடக் கூடுதலாக இருக்கின்றது. இதன் விளைவாகவும் கதிரியக்கத் தனிமம் இரு வேறு அரை வாழ்வுக் காலங்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. ஒன்று அணுக்கரு இயல்பாகவே அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையில் ஏற்படுத்தப்பட்டுப் பீட்டா சிதைவினால் வருவதாகும். மற்றொன்று அணுக்கரு உறுப்பொப்பு சிற்றுறுதியான நிலையில் ஏற்படுத்தப்பட்டு உறுப்பொப்புகளுக்கிடையே நிலை மாற்றத்திற்கு ஆளாகிப் பின் பீட்டா சிதைவாக்கத்தினால் விளைவதாகும்.

மூன்றாவது வகை நிலையான அணுக்கருக்களின் உறுப்பொப்புகளாகும். (Isomers of stable nuclei) இங்கு சிதைவாக்கம் என்பது நிலையான உறுப்பொத்தத் தனிமத்தின் சிற்றுறுதியான நிலைக்கும், அடிமட்ட ஆற்றல் நிலைக்கும் இடையே ஏற்படும் நிலை மாற்றம்

மட்டுமே இதனால் உமிழப்படும் காமாகதிர் பொது வாக அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான்களினால் உட்கவரப்படுகின்றது. அதனால் அவை இயக்க ஆற்ற லுடன் அணுவை விட்டு வெளியேறுகின்றன.

(எ.டு.) கிரப்பிட்டான் 83, சிர்கோனியம் 87, ரூதெனி யம் 103, வெள்ளி 107, டின் 117, பேரியம் 137, தங்கம் 197.

அணுக்கரு உறுப்பொப்பியல்பும் அணுக்கருவிகள் தற் சுழற்சியும்

அணுக்கரு உறுப்பொப்புகளுக்கிடையேயான நிலை மாற்றம் ஓரளவு அவ்விரு நிலைகளுக்கிடையே உள்ள ஆற்றல் வேறுபாட்டிற்கு ஏற்ப இருப்பினும், முக்கிய மாக அணுக்கரு உறுப்பொப்பு நிலைகளின் தற்சுழற்சி (Spin), இடவலச் சமச்சீர் (Parity) இவற்றைப் பொறுத்தது.

உயர் அரை ஆயுளுடன் கூடிய சிற்றுறுதியான நிலை ஏற்படுவதற்கு அந்நிலையின் தற்சுழற்சி, அதன் அடி மட்ட ஆற்றல் நிலையின் தற்சுழற்சியிலிருந்து மிகவும் மாறுபட்டதாக இருக்க வேண்டும். அணுக்கரு உறுப் பொப்புமைக்கும் அணுக்கருவின் தற்சுழற்சிக்கும் இடையே காணப்படும் மற்றோர் இயற்பியல் உண்மை, இரட்டைப்படையாலான புரோட்டான்களையும் நியூட்ரான்களையும் உடைய அணுக்கருக்களில் இருக்கக் கூடிய உறுப்பொப்பியல்புடைய அணுக்கருக்கள் குறைவு என்பதுதான். ஏனெனில் இங்கு மேல், கீழ் தற்சுழற்சி யுடைய புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் இரண்டு இரண்டாக இணைந்து விடுவதால், அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையிலும், உயர் மட்ட ஆற்றல் நிலையிலும் அணுக் கருவின் தற்சுழற்சி சுழியாகவே அமைகின்றது; அல்லது மிகக் குறைவாக இருக்கின்றது.

அணுக்கரு ஒற்றைப்படையில் புரோட்டானையோ, நியூட்ரானையோ அல்லது இரண்டையுமோ பெற் றிருந்தால், அது குறிப்பாக உயர்மட்ட ஆற்றல் நிலை இருக்கும்போது $\frac{11}{2}$ என்ற அளவில் கூட உயர்ந்த அளவில் தற்சுழற்சியைப் பெற்றிருக்க முடியும். அத னால் சற்றுக் கூடுதலான காலம் வாழக்கூடிய அணுக் கரு உறுப்பொப்பு இருக்கக்கூடிய வாய்ப்பு இவை போன்ற அணுக்கருக்களில் அதிகமாக இருக்கின்றது.

ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் புரோட்டானை யோ, நியூட்ரானனயோ கொண்டுள்ள உறுப்பொத்த அணுக்கருவே உறுப்பொப்பியல்புத் தீவுகள் (Islands of Isomers) என்று விளிக்கப்படுகின்ற மூன்று தொகுதி களுக்குள் அமைந்திருக்கின்றன என்பதை அறியும்போது வியப்புமேலிடுகின்றது! உறுப்பொத்த தனிமங்களில் உள்ள புரோட்டான் அல்லது நியூட்ரான்களின் எண் ணிக்கை (அ) 39 இலிருந்து 49 வரையும் (ஆ) 69 இலிருந்து 81 வரையும் (இ) 111 இலிருந்து 125 வரையும் என மூன்று தொகுதிகளுக்குள் உள்ளன.

அணுக்கரு உறுப்பொப்பியல்புடன் தொடர்புடைய ஆய்வுகள், அணுக்கருவின் ஆற்றல் மட்டங்களைப் பற்றியும், கதிரியக்கப் பண்புகளைப் பற்றியும் விரிவாகத் தெரிவிக்கும் என்று கருதப்படுகின்றது.

மெ.மெ.

நூலோதி

1. **Beiser** *'Concepts of Nuclear Physics'*, Mc Grow-Hill Book Co, New york 1981.
2. **C. M. Lederer and V.S. Shirley**, *'Table of Isotopes,'* The Edition 1978.

அணுக்கரு எரிபொருள்

அணு உலையிலிருந்து ஆற்றலைப்பெற யுரேனியம் போன்ற கனமான அணுக்கள் எரிபொருளாகப் பயன் படுகின்றன. யுரேனியம்-238, யுரேனியம்-235, புளூட்டோனியம்-239 போன்ற அணுகருக்கள் பிளவு படும்போது வெளிப்படும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி அணுப்பிளவு உலை (Fission Reactor) களில் ஆற்றல் பெறப்படுகின்றது. டியூட்ரியம், டிரைடியம் போன்ற அணுக்கருக்கள் பிணையும்போது வெளிப்படும் ஆற் றலைப் பயன்படுத்த அணுப்பிணைப்பு உலை (Fusion Reactor)களைக் கட்டுவிக்க முயற்சி செய்து வருகின்றார் கள். பொதுவாக அனல்மின் உலையில் நிலக்கரியோ எண்ணெயோ எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது. இந்த எரிபொருள் எரியும்போது அது காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜ னுடன் கூடி, வேதியியல் மாற்றம் அடைந்து வெளிப் படுத்தும் வெப்பத்தால் அனல்மின் ஆற்றல் கிடைக் கின்றது. ஆனால் அணுஉலையில் வேதியியல் மாற்றங் கள் எவையும் நிகழ்வதில்லை. அணுப்பிளவின்போது விரைவாகத் தெறித்தோடும் பிளவுபட்ட துண்டங்கள் சுற்றிலுமுள்ள பொருள்களில் தடுத்து நிறுத்தப்படும் போது அவற்றின் இயங்கு ஆற்றல் (Kinetic energy) வெப்ப ஆற்றலாக மாறுகின்றது. பின்னர் இது மின் ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது. 400 மெகாவாட் மின்திறனை உற்பத்தி செய்யும் அனல்மின் உலையில் ஆண்டு ஒன்றுக்குக் கிட்டத்தட்ட 12 இலட்சம் டன் நிலக்கரி எரிபொருளாகத் தேவைப்படும் வேளையில், அந்த அளவு மின்திறனை உற்பத்தி செய்யும் அணுப் பிளப்பு உலையில் 50 டன் அணுக்கரு எரிபொருளே தேவைப்படுகிறது என்கிறபோது அணுக்கரு எரி பொருளின் வன்மை புலனாகும்.

அணுக்கருவைப் பிளக்க நியூட்ரான் உதவுகிறது. அணுக்கருவின் மேல் நியூட்ரான் மோதும்போது பிளத் தல் (Fission) மட்டுமன்றி உட்கவர்தல் (Absorption), சிதறல் (Scattering) போன்ற செயல்களும் நடைபெற வாய்ப்புண்டு. இந்த வாய்ப்பினை வெட்டு முகப்பரப்பு (Cross-section) என்பதால் அளவிடுகிறார்கள். இந்த செயல்களுக்குரிய முகப்பரப்புகள் வெவ்வேறு அணுக்

கருவிற்கு வெவ்வேறாக உள்ளன. மேலும், இவை நியூட்ரானின் வேகத்தைப் பொறுத்தும் வேறுபடு கின்றன. அணுப்பிளவின்போது சில நியூட்ரான்களும் வெளிப்படுகின்றன. இந்த நியூட்ரான்கள் தான் தொடர்வினையை (Chain Reaction) நடத்தி ஆற்ற லைத் தொடர்ந்து பெற வழிசெய்கின்றன. எனவே, அணுக்கரு எரிபொருள் நியூட்ரானை அதிகமாக விழுங் காததாகவும், அதிகமாகப் பிளவு படக்கூடியதாகவும் இருத்தல் முக்கியம். இவைபோன்ற அணுக்கருக்கள்தாம் யுரேனியம் *233*, யுரேனியம்-*235*, புளூட்டோனியம்-*239* என்பவையாகும். இவை பிளவுறு பொருள்கள் (Fissile materials) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் யுரேனியம்-*235* தான் இயற்கையில் கிடைக்கிறது. மற்றவை செயற்கையாகப் பெறப்படுகின்றன.

யுரேனியத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்

யுரேனியத் தாதுப் பொருள்கள் நிலத்தடியில் கிடைக் கின்றன. இவ்வுலகப் பரப்பில் பதினெட்டு கி.மீ. ஆழத் திற்குள் கிடைக்கக்கூடிய யுரேனியத்தின் அளவு சுமார் கோடி கோடி (10^{14}) டன்களாகும். இவை பிட்ச் பிளெண்டு (Pitch blende), யுரானைட் (Uranite) போன்ற யுரேனியத் தாதுப் பொருள்களாகத்தான் கிடைக்கின்றன. இந்த மூலப்பொருள்களில் *1* முதல் *4* சதவீதம் வரை யுரேனியம் உள்ளது. இந்த இயற்கை யுரேனியத்தில் (Natural Uranium) *141*இல் ஒரு பங்கு தான் யுரேனியம் *235* ஆகும். மீதியிருப்பது யுரேனியம் *238* ஆகும். நம் நாட்டில் பீகாரிலுள்ள ஜாதுகுடா வில் *15000* டன் யுரேனியமும், கேரளத்திலும் தமிழ கத்திலும் உள்ள மானோஸைட் (Monazite) மணலி லிருந்து *15000* டன் யுரேனியமும் கிடைக்கும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. கடல்நீரில் ஒரு கோடியில் பத்துப்பங்கு யுரேனியம் உள்ளது.

யுரேனியத் தாதுப்பொருள்களிலிருந்து யுரேனியம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. யுரேனியத் தாதுவைத் தூளாக்கிக் கழுவி வடிகட்டிய பின், நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் கரைத்து, அந்தக் கரைசலை அயனிப் பரி மாற்றப் பிசின்கள் (Ion exchange resins) கொண்ட குழாயின் வழியாகச் செலுத்திப் பின்பு தேவையான அளவு மக்னீசியா (Magnesia)வைச் சேர்க்க மக்னீசியம் டை-யுரானைட் (Magnesium-di-Uranite) வீழ் படியும். இந்த வீழ்படிவை நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து யுரானைல் நைட்ரேட்டாக (Uranyl nitrate) மாற்றி, அதை ட்ரைப்பூட்டைல் ஃபாஸ்பேட் ((Tri-butyl phos-phate) பாயும் குழாய்க்குள் செலுத்தித் தூய்மையாக்கி, அதில் அம்மோனியா நீர்மத்தைக் கலந்தால் அம்மோ னியம்-டை-யுரானைட் (Ammonium-di-Uranite) வீழ் படிவு ஏற்படும். இந்த வீழ்படிவை நீற்றினால் (Calcine) கிடைக்கும் யுரேனியம் ட்ரையாக்சைடு அய்ட் ரஜன் வளிமத்துடன் வினை நடத்த யுரேனியம்-டை-ஆக்சைடு கிடைக்கும். இதைச் சூடாக்கி அதன்மேல் நீரற்ற அய்ட்ரஜன் ஃபுளோரைடு (Anhydrous hydro-gen fluoride) வளிமத்தைச் செலுத்தினால் யுரேனியம் டேட்ரா ஃபுளோரைடு (Uranium Tetre Fluoride) கிடைக்கும். இதனை மாவாக்கிச் சுத்தமான கால்சியத் துடன் கலந்து கால்சியம் ஃபுளோரைடு பூச்சு (Coating) கொண்ட எஃகுக் கலனில் வைத்து மின்பொறியினால் வேதியியல் வினை நடத்தினால் யுரேனிய உலோகம் கிடைக்கும்.

அணுக்கரு எரிபொருள்கள்

அணுக்கரு எரிபொருள் எளிதில் வெப்பத்தைக் கடத்தவேண்டும். அணுப்பிளவு வினையால் வெளிப் படும் ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக எரிபொருளில் காணப் படும். இந்த வெப்பம் எரிபொருள் வழியாகச் சுற்றி யுள்ள குளிர்விப்பானை (Coolant) வந்தடைந்தால்தான் ஆற்றலைப் பெற்றுப் பயனடைய முடியும். அணுப் பிளப்பின்போதும், பிளவுபட்ட துண்டங்களினாலும் ஏற்படும் கதிர்வீச்சைத் தாங்கும் ஆற்றல் அணுக்கரு எரிபொருளுக்கு இருக்கவேண்டும். இல்லையெனில் எரிபொருள் உருக்குலைந்து போக நேரிடலாம். அணு உலையில் தொடர்வினை நடைபெறும்போது உண்டா கும் வெப்பத்தினாலோ கதிர்வீச்சினாலோ எரிபொருள் வேதியியல் மாற்றமோ (Chemical transformation) புற வேற்றுமையோ (Structural transformation) அடையக் கூடாது. மேலும் எரிபொருள் வேண்டிய வடிவங்களுக்கு எளிதில் அமைக்கப்படக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். யுரேனியம் தனித்த உலோகமாகவும், கூட்டுப் பொரு ளாகவும் (யுரேனியம்-டை-ஆக்சைடாகவும், யுரேனியம் கார்பைடாகவும்) அணு உலையில் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

யுரேனிய உலோகம் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும். இது 662°C வெப்பநிலையில் ஆர்தோ ராம்பின் படிக வடிவம் கொண்ட ஆல்பா நிலையிலிருந்து, டெட்ரா-கனல் படிக வடிவம் கொண்ட பீட்டா நிலைக்குப் புற வேற்றுமை அடைகிறது. இதனால் யுரேனிய உலோக எரிபொருளில் வெப்பநிலை 662°Cக்குக் குறைவாகத் தான் இருக்கவேண்டும்.

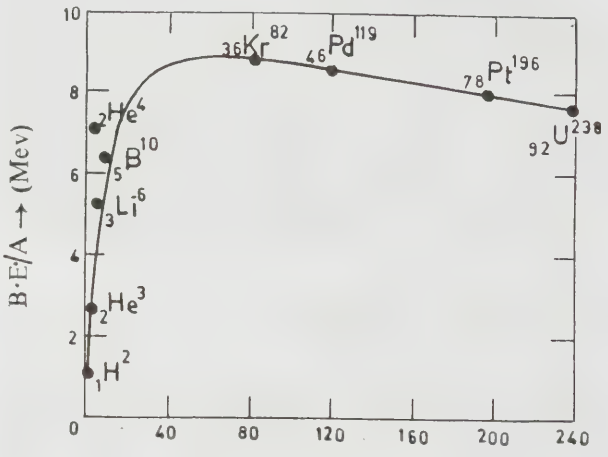
பிளவுபடும் பொருள்களின் செறிவு அதிகமாக இருப்ப தால் அணு உலையின் கனஅளவு சிறியதாக இருக்கும். பிளவுபடும்போது உண்டாகும் வளிமங்களின் அழுத்தத் தினால் யுரேனிய உலோகம் எளிதில் வீக்கம் (Swelling) அடைகிறது. இக்குறைபாட்டைக் குறைக்க யுரேனி யத்தை அலுமினியம், மாலிப்டினம், சிர்க்கோனியம், நயோபியம், குரோமியம் போன்றவற்றுடன் உலோகக் கலவையாக்கிப் பயன்படுத்தலாம். அணுஉலை வேலை செய்யும்போது எப்போதாவது எரிபொருள் உறையில் வெடிப்பு ஏற்பட்டுக் குளிர்விப்பான் யுரேனி யத்தை நேரடியாகத் தாக்கலாம். எனவே, எரிபொருள் உறைகள், தீவிரமான சோதனைக்கு உட்படுத்தி அப் போதைக்கப்போது செம்மைப்படுத்தப்படவேண்டும். யுரேனியம் அதிக வெப்பநிலையில் நீரினால் பாதிக்கப்

படுமாதலால் இவ்வணு உலையில் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு போன்ற வளிமக் குளிர்விப்பான்களைப் பயன் படுத்துகின்றார்கள்.

யுரேனிய டை ஆக்சைடு யுரேனிய உலோகத்தை விடச் சில குணங்களில் மேன்மை பெற்றது. இது கதிர் வீச்சை அதிகமாகத் தாங்கும். இதன் உருகுநிலை 2800°C. கனசதுரப் படிக வடிவம் கொண்ட இது வேறு எந்தப் புறவேற்றுமையும் அடைவதில்லை. அதிக வெப்பநிலையில் கூட நீரினால் பாதிப்புறாது. ஆனால் இதன் வெப்பக் கடத்தும் திறன் குறைவு. பிளவுபடு அணுக்களின் செறிவு குறைவாக இருப்பதால் இதனை எரிபொருளாகக் கொண்ட உலையின் கனஅளவு பெரிய தாக இருக்கும். இந்த எரிபொருளுக்கு குளிர்விப்பா னாகக் கனநீர் பயன்படுகிறது. சிறிது வளமூட்டப்பட்ட (Enriched) யுரேனிய டை ஆக்சைடை உபயோகித் தால் சாதாரண நீரையே பயன்படுத்தலாம்.

யுரேனியம் கார்பைடு யுரேனிய டை ஆக்சைடைவிட அதிக வெப்பக் கடத்தும் திறனும், அதிக பிளவுபடு அணுக்களின் செறிவும் கொண்டது. இதன் உருகு நிலை 2375°C ஆனால், இது நீரினால் பாதிக்கப்படு வதால், குளிர்விப்பானாகக் கரிம நீர்மங்களையோ (Organic Liquids), நீர்ம உலோகங்களையோ அல்லது மந்த வளிமங்களையோ பயன்படுத்த வேண்டும். யுரேனிய உலோகம், யுரேனியம் டை ஆக்சைடு, யுரே னியம் கார்பைடு இந்த மூன்றும் திண்ம நிலையில் உள்ள எரிபொருள்கள். யுரேனிய சல்ஃபேட், யுரேனிய நைட்ரேட், யுரேனிய ஃபாஸ்பேட் போன்ற கூட்டுப் பொருள்களை நீரில் கலந்து நீர்ம எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இக்கரைசல்கள் அரிக்கும் தன்மை யுடையவை. கதிர்வீச்சினால் கரைசலில் வீழ்படிவு ஏற்படும். இது விரும்பத்தக்கதன்று.

இயற்கை யுரேனிய டை ஆக்சைடைப் பயன்படுத்தும் போது குளிர்விப்பானாகக் கனநீர் தேவைப்படுகிறது. கனநீர் எளிதில் கிடைப்பதில்லை. ஆனால் செறி வூட்டப்பட்ட யுரேனிய டை ஆக்சைடைப் பயன் படுத்தும்போது சாதாரண நீரையே பயன்படுத்தலாம். அதிகமாக வளமூட்டப்பட்ட யுரேனியத்தை அணு குண்டு செய்யவும் பயன்படுத்தலாம். வளிம நிலையில் பரவுதல் முறை (Gaseous diffusion), மைய-விலக்க விசைப் பகுப்புமுறை (Centrifugal separation), காந்தப் பகுப்பு முறை (Magnetic separation), லேசர் பகுப்பு முறை (Laser seperation) முதலிய முறைகளால் இயற் கை யுரேனியம் செறிவூட்டப்படுகிறது. வளிம நிலை யில் பரவுதல் முறையில் ஃபுளோரினைப் பயன்படுத்தி யுரேனியம் டெட்ராஃபுளோரைடானது யுரேனியம் ஹெக்சாஃபுளோரைடு (Uranium hexa fluoride), வளிமமாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த வளிமம் மிக நுண்ணிய துளைகள் உள்ள வடிகட்டிகளின் வழியாக வேகமாகச் செலுத்தப்படுகிறது. யுரேனியம்-235 அணுவானது யுரேனியம்-238 அணுவைவிடச் சிறிது இலேசானதால் அதன் வேகம் சிறிது அதிகமாக இருக் கும். எனவே வடிகட்டியினின்று வெளியேறும் வளிமத் தில் யுரேனியம் 235இன் அளவு சற்று அதிகமாக இருக் கும்; பின்தங்கிய வளிமத்தில் யுரேனியம்-238இன் அளவு அதிகமாக இருக்கும்.



அணு எடை எண், A→

மற்ற பிளவுபடு பொருள்களின் உற்பத்தி

யுரேனியம்-233 என்பது தோரியம்-232 இலிருந்து செயற்கை முறையில் கிடைக்கின்றது. தோரியம்-232 அணுவானது ஒரு நியூட்ரானை உட்கவர்ந்து தோரியம்-233 அணுவாகிறது. நிலையற்ற இந்த அணுக்கரு ஒரு பீட்டா துகளை (β) வெளியிட்டுப் புரோக்கடாக் டினியம்-233 ஆக மாறுகின்றது. இந்த அணுக்கருவும் நிலையற்றதாகையால், இதுவும் ஒரு பீட்டா துகளை வெளியிட்டு யுரேனியம்-233 ஆகிறது. இதேபோல் யுரேனியம்-238 ஒரு நியூட்ரானை உட்கவர்ந்து ஒரு பீட்டா துகளை வெளியிட்டு நெப்டியூனியம்-239 அணுக்கருவாகவும், மற்றொரு பீட்டா துகளை வெளி யிட்டு புளூட்டோனியம்-239 அணுக்கருவாகவும் மாறு கிறது. இவ்வாறாக யுரேனியம்-233, யுரேனியம்-239 ஆகிய பிளவுபடுபொருள்களைப் பெறுகின்றார்கள்.

பிளவுபடுபொருள்களில் இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியம்-235 இன் அளவு குறைவாக இருப்பதால், இயற்கையில் அதிக அளவில் கிடைக்கும், யுரேனியம்-238, தோரியம்-232 ஆகிய பொருள்களைத் தகுந்தபடி பயன்படுத்திப் பிளவுபடு பொருள்களாகத் தொடர்ந்து மாற்றும் திட்டம் உருவாக்கப்பட்டது. எரிபொருளில் ஏற்படும் பிளவின்போது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நியூட் ரான்கள் வெளிப்படும். இவற்றில் ஒன்று தொடர் வினையை நடத்தப் பயன்படுத்தப்படும். மீதமுள்ள நியூட்ரான்களில், நியூட்ரானை உட்கவரும் தன்மை யுடைய அணுஉலைக் கட்டுமானப் பொருள்களாலும் (Reactor structural), உறைபோன்ற பிற பொருள் களாலும் உட்கவரப்பட்டதுபோக, எஞ்சிய நியூட் ரான்களைக் கொண்டு அணுஉலையில் வளமான பொருள்களைப் பிளவுபடுபொருள்களாக மாற்றமுடி

யும். இவ்வாறு பிளவுபடு பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் உலைகள் ஈனுலைகள் (Breeder reactors) எனப்படுகின்றன.

எரிபொருள் உருவ அமைப்பு

எரிபொருளை அணுஉலைக்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்ட வடிவத்திற்கு மாற்றி அதற்கான உறையிலிட்டுக் காற்றுப் புகாவண்ணம் மூடி அணுஉலைக்கு அனுப்ப வேண்டும். புளூட்டோனியம் அதிக நச்சுத்தன்மை கொண்டது. ஆகையால் இதனைக் கையாளுவதற்குத் தகுந்த பாதுகாப்புடன் கூடிய தொலைகையாட்சிக் (Master-Slave) கருவிகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும். உருளை, தட்டை, குழல் போன்ற வடிவங்களில் எரி பொருள் அமைக்கப்படுகின்றது. எரிபொருள் எவ்வடி வில் இருப்பினும் அதைச் சுற்றி மெல்லிய உறை எப் பொழுதும் இறுக்கமாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்த உறை பொதுவாக அலுமினியம், ஜிர்க்கலாய் (Zircalloy), துருவேறா எஃகு (Stainless steel) போன்ற பொருள்களால் செய்யப்பட்டது. இது எரிபொருளை குளிர்விப்பானின்று பிரிப்பதால் எரிபொருள் குளிர்விப் பானால் அரிக்கப்படாமலும், அதனுடன் வேதியியல் வினை ஏற்படுத்தாமலும்பாதுகாக்கப்படுகிறது மேலும், அணுப்பிளப்பினால் உண்டாகும் கதிரியக்கப் பொருள் கள் குளிர்விப்பானுடன் தப்பிச் செல்ல அனுமதிக்கா மல் அவற்றை எரிபொருளுக்குள்ளேயே இந்த உறை அடக்கி வைக்கிறது.

தோரியத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்

யுரேனியம்-233 உற்பத்தி செய்யப் பயன்படும் தோரி யம்-232 ஆனது மானோஸைட் மணலிலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது. பூமியில் யுரேனியத்தைப் போல் மூன்று மடங்கு தோரியம் உள்ளது. கேரளத்திலும் தமிழகத்திலும் கிடைக்கும் மானோஸைட் மணலில் சுமார் 5 இலட்சம் டன் தோரியம் டை ஆக்சைடு (Thorium-di-Oxide) உள்ளது. மானோஸைட் மண லைத் தூளாக்கிக் கழுவி வடிகட்டியபின் எரிசோடா வைச் சேர்த்தால் கிடைக்கும் தோரியம், யுரேனியம், அருமண் உலோகங்கள் (Rare earths) ஆகியவற்றின் ஹைட்ராக்சைடுகளைப் பிரித்துத் தூய்மைப்படுத்திய பின் அருமண் உலோகங்கள் மட்டும் கரையக் கூடிய அளவு ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் கலந்து வடிகட்டி னால் வண்டலில் யுரேனியமும் தோரியமும் தங்கும். இந்த வண்டலை ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கரைத்துத் தோரியத்தை மட்டும் பிரித்தெடுக்கத் தேவையான அளவு கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் தோரிய சல்ஃபேட் வண்டலில் தங்கும். இதில் காரத் தைக் கலந்து நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர்ந்து, ட்ரை ப்யூட்டைல் ஃபாஸ்பேட்டினால் தூய்மைப்படுத்தி ஆக் சாலிக் அமிலத்தைச் (Oxalic acid) சேர்த்தால் கிடைக் கும் தோரிய ஆக்சலேட்டை (Thorium Oxalate) நீற்றித் தோரியம் டை-ஆக்சைடு (Thorium-di-Oxide) தயாரிக் கப்படுகிறது. இதனை அய்ட்ரஜன் ஃபுளோரைடு வளிமத்துடன் வினை செய்து கிடைக்கும் தோரியம் டெட்ரா ஃபுளோரைடுடன் கால்சியம் அல்லது மக்னீ சியம் சேர்த்து துத்தநாகக் குளோரைடுடன் சூடாக்கி னால் தோரிய உலோகம் கிடைக்கும்.

அணுப்பிணைவு எரிபொருள்

அணுப்பிணைப்பு வினையில் டியூட்ரியம், டிரைடியம் முதலிய இலேசான அணுக்கருக்கள் பிணைவதால் ஆற்றல் வெளிப்படுகின்றது. சூரியனிடமிருந்து பிறக் கும் ஆற்றல் அணுப்பிணைப்பால் உண்டாகிறது. அய்ட் ரஜன் குண்டில் வெளிப்படும் ஆற்றல் அணுப்பிணைப் பால் ஏற்படுவதுதான். ஆனாலும் அணுப்பிளப்பு உலையைப் போல் தொடர்ந்து ஆற்றல் தரக்கூடிய அணுப்பிணைப்புஉலைகள் உலகில் இன்னும் நிறுவப்பட வில்லை. அணுக்கருக்களைப் பிணையச் செய்வது எளி தானதன்று. அதிக அடர்த்தியில், அதிக வெப்பநிலை யில் அணுக்கருக்களை வைத்திருந்தால்தான் அணுப் பிணைப்பு சிறப்பாக நடைபெறும். அணுப்பிணைப்பு எரிபொருள்கள் கடல்நீரில் அதிகம் உள்ளன. இவற் றைப் பிரித்தெடுப்பதும் மிகவும் கடினமானதன்று. எனவே, அணுப்பிணைப்பு உலைகள் வழக்கத்திற்கு வந் தால் எரிபொருள் பற்றாக்குறை ஏற்படாது என்பது திண்ணம்.

ஆர்.கே.

நூலோதி

1. ''அணுவைப் பற்றி''-விஞ்ஞானத் தமிழ்வளர்ச்சிக் கழகம்-பம்பாய், 1968.
2. S. Villani (Ed), *''Uranium Enrichment''* Springer-Verlag, Newyork 1979
3. J.A.L. Rabertson, *''Irradiation effects in Nuclear Fuels''*, Science Publishers, New york 1969
4. Y. S. Yermelyanov and A. I. Yevstyukhin, *''The Metallurgy of Nuclear Fuel''*, Pergamon Press, Newyork 1969

அணுக்கரு எரிபொருள் சுழற்சி

இயற்கை யுரேனியம் தனது அணுக்கரு எரிபொருள் வாழ்க்கையில் பல செயற்கை அணுக்கரு எரிபொருள் களைத் தோற்றுவித்துச் செல்கிறது. இந்த எரி பொருள் சுழற்சியால் உற்பத்தி செய்யப்படும் இருநூறு மில்லியன் கிலோவாட் மின் திறனால் உலகின் நாகரிகச் சுழற்சிக்கான தேவைகள் நிறைவு செய்யப்படுகின்றன. ஒரு கிராம் அணுக்கரு எரிபொருளானது நாளொன் றுக்கு ஒரு மெகாவாட் மின்னாற்றலைத் தரவல்லது. பூமியில் 10^{17} கிலோ கிராமும் கடல்களில் 10^{13}கிலோ கிராமுமாக யுரேனிய மூலப்பொருள்கள் இருப்பாக அறியப்பட்டுள்ளன.

யுரேனிய மூலப்பொருள்களின் (அட்டவணை-1) இருப்பு வளமும் சுரங்கமிடவேண்டிய எல்லைகளும்

அட்டவணை-1

யுரேனிய மூலப்பொருள்கள்

வ. எண்.	மூலப்பொருளின் பெயர்	விளையுமிடங்கள்
1.	யுரானினைட்	நார்வே
2.	பிட்ச் பிளெண்டு	தென்னாப்பிரிக்கா
3.	யக்சினைட் (யூக்சினைட்)	கனடா
4.	சமார்சு கைட்	வடகரோலினா
5.	பிரான்னிரைட்	கனடா
6.	டேவிடைட்	ஆஸ் திரேலியா
7.	காஃபினைட்	கொலராடோ
8.	கார்னோடைட்	கொலராடோ
9.	த்யூய முனைட்	துருக்கி
10.	ஆட்டுனைட்	பிரான்சு
11.	டோர்பெர்னைட்	ஜெர்மனி
12.	யுரோனோப்ஃபேன்	காங்கோ

கதிர் வீச்சுமானியால் (Radio meter) கண்டு பிடிக்கப் பட்டு முப்பது மீட்டர் ஆழத்திற்கு மேற்பரப்புச் சுரங் கங்களோ (Surface mines), அல்லது மூவாயிரம் மீட்டர் ஆழத்திற்கு நிலவறைச் சுரங்கங்களோ (Under ground mines) அமைத்து, மூலப்பொருள்கள் அகழ்ந்தெடுக்கப் படுகின்றன. அம்மூலப்பொருள்களின் வேதியியற் சேர்க்கைகளை நிறமாலையில் பகுப்பாய்வுகளால் (Spectroscopic analysis) அறிந்து பகுப்பு முறைகள் வகுக்கப்படுகின்றன.

தூய்மையற்ற இம்மூலப் பொருள்களை அரைவை ஆலையில் செலுத்தித் தூளாக்கி, நீரில் கரைத்து, வடித்தெடுத்து ஒரு கலவை தயாரிக்கப்படுகிறது.

இக்கலவையில் சல்பேட்டுகளிருப்பின் கந்தக அமிலத் தாலும், கார்பனேட்டுகளிருப்பின் சோடியம் கார்பனேட் டாலும், அதனைக் கசிவூறலுக்கு (Leaching) உட் படுத்திக் கலக்கினால், அமிலக்கலவை யுரானைல் சல் பேட்டாகவும், காரக் கலவை சோடியம் யுரானைல் கார்பனேட்டாகவும் மாறுகின்றன. இவை யுரைனல் நைட்ரேட்டாக மாற்றப்பட்டுக் கரைப்பானால் பிரித் தெடுத்தல் (Solvent extraction) முறையில் யுரேனியம் டை-யாக்சைடாகத் தூய்மைப்படுத்தப்படுகின்றன.

யுரேனியம் டையாக்சைடில் 550°C வெப்பநிலையில் அய்ட்ரஜன் புளுரைடைச் செலுத்தினால் யுரேனியம் டெட்ராபுளுரைடு உண்டாகும். இதில் 350°C வெப்ப நிலையில் புளுரினைச் செலுத்தி யுரேனியம் ஹெக்சா புளுரைடு (UF_6) தயாரிக்கப்படுகிறது.

UF_6 இல், புளுரின்-19, யுரேனியம்-235 (U-235), யுரேனியம்-238 ஆகிய மூன்று ஓரிடத்தனிமங்கள் உள்ளன. U-235ஐ வளப்படுத்த (Enrich) வளிம விரவல் முறை (Gaseous diffusion method) கையாளப் படுகிறது.

வெள்ளி-துத்தநாகக் கலவையாலான ஒரு தகட்டில் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் மூலம் துத்தநாக அணுக்களை நீக்கினால் அந்தத்தகடு நுண்துளைத் தடையாகச் (Porous Barrier) செயல்படும்.

U-235 ஆனது நுண்துளைத் தடையை எளிதில் கடக் கிறது. புளுரின் ஓரிடத்தனிமங்கள் பிரிவினையில் பங்

கேற்பதில்லை. இயற்கை யுரேனியத்தில் 0.72% ஆக வுள்ள U-235ஐ 99% வளப்படுத்த 3919 விரவல் நிலைகள் அடுக்கடுக்காய்ச் செயல்படுகின்றன. மிகுந்த மின் ஆற்றல் இதற்குச் செலவாகிறது.

ஓரிடத்தனிமக் கலவையில் குறிப்பிட்டதொரு ஓரிடத் தனிமத்தை லேசர் ஒளிக்கற்றைகள் மூலம் அயனியாக்கி, மின்புலத்தினால் பிரிக்கலாம். UF_6இல் உள்ள ஓரிடத் தனிமங்களால் உட்கவரக்கூடிய $16\mu_n$ கற்றைகளை உண்டாக்க வல்ல CO_2 லேசரைத் தயாரிக்கும் முறைகள் ஆராயப்பட்டு வருகின்றன.

ஓரிடத்தனிமம் வளப்படுத்தப்பட்ட UF_6, யுரேனியம் டை-யாக்சைடாக மாற்றப்பட்டு எரிபொருள் தொழிற் சாலைக்கு அனுப்பப்படுகிறது.

அணுக்கரு எரிபொருள் வெப்பத்தாலும், குளிர்ச்சியாலும், கதிரியக்கத் தாக்குதலாலும், உருக்குலையாத திண்மையுடன், மிகுந்த வெப்பக் கதிரியக்கத் திறனுடையதாயிருத்தல் வேண்டும். இதற்காக UO_2 ஐ, யுரேனியம் கார்பைடாக மாற்றி, உருளை அல்லது தட்டு வடிவங்களில் அமைத்து, அளவிடப்பட்ட பரிமாணங்களுடனும், இடைவெளிகளுடனும், அணுக்கரு உலை (Nuclear Reactor) யின் நடுக்கருக் (Core) கட்டமைப்புச் செய்யப்படுகிறது. பிளப்புத் துண்டுகளும் (Fission Fragments) நியூட்ரான்களும் இக்கட்டமைப்பிலிருந்து தப்பிச் செல்லாதவாறு, அலுமினியம், ஜிர்க்கோனியம், துருப்பிடிக்காத எஃகு முதலியவற்றால் இதற்கோர் உலோகப் பொதிகாப்பு (Cladding) தரப் படுகின்றது. இவற்றை உள்ளடக்கி, யுரேனியம்-238, தோரியம்-232 முதலிய கருவளப் பொருள்களால் (Fertile) அமைந்த ஈனுப்போர்வை (Breeding Blanket) சுற்றப்படுகிறது. இவ்வமைப்பு அணுக்கரு உலையில் வைக்கப்படுகிறது.

அங்கு யுரேனியம்-235 பிளப்புற்று உண்டாக்கிய வெப்பம், நீர்ம சோடியத்தால் வெளியேற்றப்பட்டு, மின் உற்பத்திக்குப் பயன்படுகிறது. கதிரியக்கத்தால், U-235ம், U-238ம், புளூட்டோனியம்-239 (புதிய எரிபொருள்) ஆகவும், Th-232 ஆனது U-235 (புதிய எரிபொருள்) ஆகவும் மாறுகின்றன. கதிரியக்க இயல்புள்ள பிளப்புத்துண்டுகளும் விளைகின்றன.

செயற்காலம் முடிவுற்றதும், எரி குவியல்கள் உலையினின்று நீக்கப்பட்டு வினைகுறைக்கும் கருவிகளில் (Deactivation plants) சில மாதங்கள் வைக்கப்படுகின்றன.

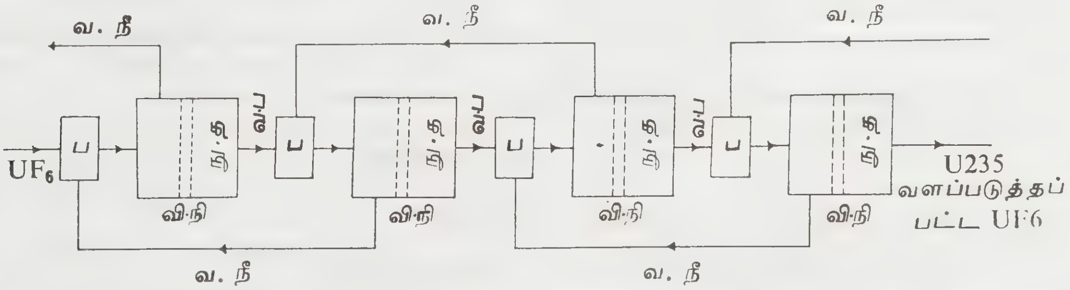
பின்னர் அவற்றை மறுசீராக்குவதற்காகத் (Re-processing) தொலைக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளால் துண்டுகளாக்கி நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைக்க வேண்டும்.

டிரைபியுடைல் பாஸ்ஃபேட் (Tributyl Phosphate) மூலம் கரைப்பானால் பிரித்தெடுத்தல் முறையில் யுரேனிய டை-யாக்சைடும் புளூட்டோனியமும் தனித் தனியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இனப்பெருக்கப் போர்வையிலிருந்து U-233ஐப் பிரித்தெடுக்க புளூரைடு ஆவியாதல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

யுரேனியம் டை-யாக்சைடும், புளூட்டோனியமும் நிலை மறுமாற்றி (Reconverter) மூலம் அவற்றின் ஃபுளூரைடுகளாக (Fluoride) மாற்றப்படுகின்றன. UF_6 ஆனது ஓரிடத்தனிமம் வளப்படுத்திக்கும், PUF_6 ஆனது PUO_2 ஆக மாற்றும் நிலைமாற்றி (Converter)க்கும் அனுப்பப்படுகின்றன. பின்னர் PUO_2 எரிபொருளுக்கான வடிவம் பெற்று இனப்பெருக்க அணுக்கரு உலை (Breeder Reactor) க்குச் செல்கிறது. யுரேனியம் தனது சுழற்சியைத் தொடர்கிறது.

பிளப்பின் கிளைப் பொருள்களில் (By-products) (அட்டவணை–2) ஸ்ட்ரான்ட்டியம்-90, சீசியம் - 137 சீரியம்-142, புரொமீதியம்-147, பொலோனியம்-210, புளூட்டோனியம்-238 ஆகியவை தகுந்த முறைகளில் பிரிக்கப்பட்டு SNAP (System for Nuclear Auxiliary power) எனப்படும் கதிரியக்க ஓரிடத்தனிமம் மின்னாக்கி (Radio Isotopic Generators) களுக்கு எரிபொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உலைக்காற்றில், கதிரியக்கத் தொற்றினால் விளையும் ஆர்கான்-41 வளிமமும், மறுசீராக்கலில் உண்டாகும் கிரிப்டான்-85, அயோடின்-131, செனான்-133



ப ... பமுத்தப் பம்பு, நு. த ... நுண்துளைத் தடுப்பான், வி. நி ... விரவல் நிலைகள்,
வ. நீ ... U235 வளம் நீக்கப்பட்ட UF6 , வ. ப ... U235 வளப்படுத்தப்பட்ட UF6.

வளிம விரவல் நிலை அடுக்கு

அட்டவணை-2

அணுக்கரு எரி பொருள் சுழற்சித் தொடர்புடைய கதிரியக்க ஓரிடத்தனிமங்கள்

வ. எண்.	ஓரிடத்தனிமம்			அரை ஆயுட் காலம்	
1.	யுரேனியம்	- 233	*	3×10^{17}	ஆண்டுகள்
2.	,,	- 235	*	7.038×10^{7}	,,
3.	,,	- 238	+	4.47×10^{9}	,,
4.	தோரியம்	- 232	+	1.4×10^{10}	,,
5.	புளுட்டோனியம்	- 239	**	24131	,,
6.	,,	- 242	**	3.8×10^{5}	,,
7.	ஆர்கான்	- 41	△	110	நிமிடங்கள்
8.	கிரிப்டான்	- 85	△△	10	ஆண்டுகள்
9.	அயோடின்	- 131	△△	8.05	நாட்கள்
10.	செனான்	- 133	△△	5.3	,,
11.	செனான்	- 135	△△	9.2	மணிகள்
12.	ஸ்ட்ரான்ஷியம்	- 90	***	28	ஆண்டுகள்
13.	சீசியம்	- 137	***	30	,,
14.	சீரியம்	- 142	***	5×10^{15}	,,
15.	புரோமீதியம்	- 147	***	2.5	ஆண்டுகள்
16.	பொலோனியம்	- 210	***	138	நாட்கள்
17.	புளுட்டோனியம்	- 238	***	89.6	ஆண்டுகள்

\+ அணுக்கரு உலையின் இயற்கைக் கருவளப் பொருள்கள்

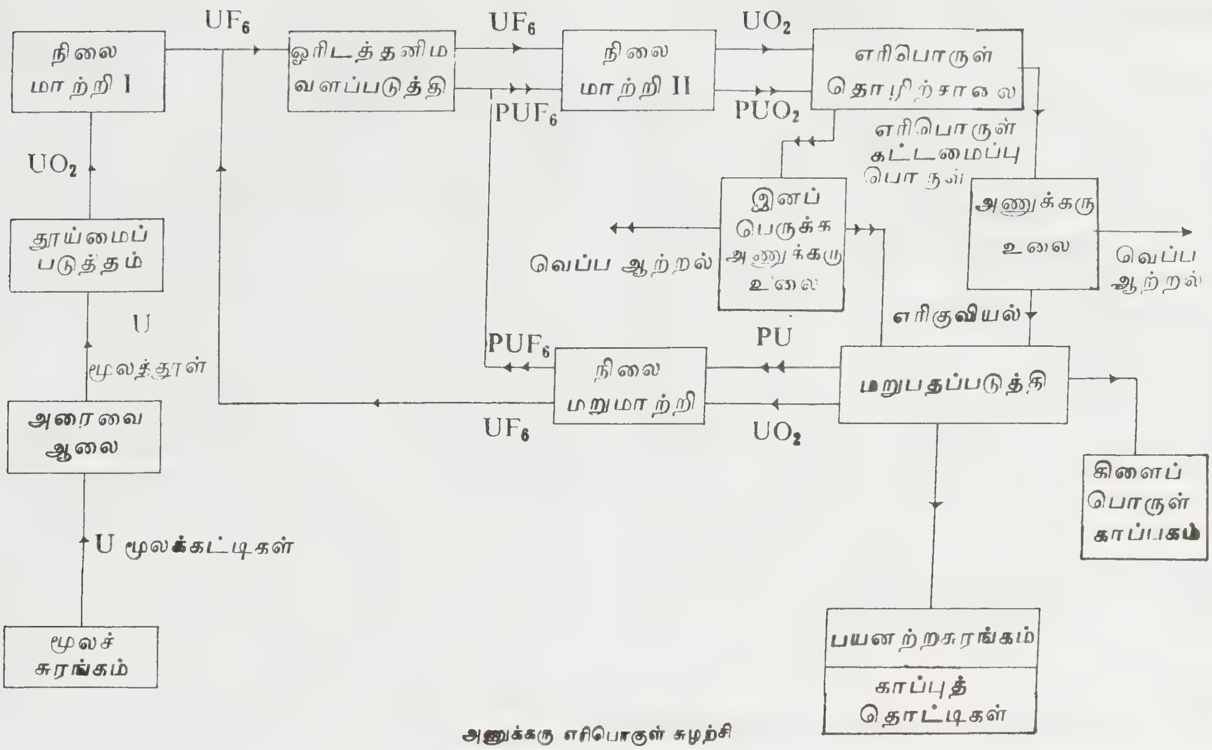
* ,, ,, எரிபொருள்கள்

** ,, செயற்கை எரிபொருள்கள்

*** SNAP மின் இயற்றிச் செயற்கை எரிபொருள்கள்

△ அணுக்கரு உலையின் நச்சு வளிமம்

△△ மறு சீராக்கலின் நச்சு வளிமங்கள்



அணுக்கரு எரிபொருள் சுழற்சி

135 ஆகிய வளிமங்களும் (அட்டவணை-2) கொடியவை. இவை வடிப்பான்கள் மூலமாக வினை குறைக்கப்பட்டு 300 அடி உயரமான புகைக் கூம்புகள் வழியே வெளியேற்றப்படுகின்றன. அப்பகுதி முழுவதும் வானிலையியல் கண்காணிப்பு (Meteorological Supervision) செய்யப்படுகிறது. இக்கதிரியக்க நச்சு வளிமங்கள் தரைக்குப் பரவக்கூடிய எச்சரிக்கை அறிவிக்கப்பட்டால் தொடர்புடைய செயல்களனைத்தும் நிறுத்தப்படுகின்றன. கதிரியக்கத் தொற்றுப்பட்ட திண் கழிவுப் பொருள்களான துணிகள், காலணிகள், உடைந்த பழுதுற்ற கருவிகள் முதலியன எரிக்கப்பட்டு, அதனால் விளையும் வளிமங்களும் வினை குறைக்கப்படுகின்றன. நீர்மக் கழிவுப் பொருள்களில் நச்சுக் குறைந்தவை வினை நீக்கப்பட்டு, மறுபடியும் பயன்படுகின்றன. அவற்றில் நச்சு மிகுந்தவற்றில் புது வகையானதொரு களிமண்ணை வைத்து ஆவியாக்கினால், கதிரியக்க நச்சுப் பொருள்களனைத்தும் அதில் ஒட்டிக் கொள்ளும். இதனைப் பயனற்ற உப்புச் சுரங்கங்களிலோ ஆழ்கடலினடியிலோ, எத்தகைய புவியியற்பியல் (Geophysical) மாற்றங்களாலும் பல நூற்றாண்டுகட்கு வெளிப்படாதவாறு காப்புத் தொட்டிகளிலடைத்துப் புதைக்கவேண்டும்.

இவ்வாறு சுழற்சியுறும் யுரேனியம் அணுக்கரு எரிபொருளாக வாழ்ந்தாலும், எரிந்தழிந்தாலும் பல்லாயிரம் பயன்தருமென்பது புலனாகும்.

லி.சொ.சோ.

நூலோதி

1. *Encyclopaedia Britannica. Inc. Chicago. Macro paedia* - Nuclear Reactors. Nuclear fuel. Vol-13. 1977.

2. *Encyclopaedia Britannica. Inc. Chicago, Macropaedia* - 'Uranium Products and Production'. Vol-18 - 1977.

3. Mc. Graw-Hill *Eucyclopaedia of Chemistry*- Edited by Parker 'Sybil. P). Uranium', 'Laser Isotope seperation' 1983.

4. *Encyclopaedia of Physics*. Addison - Wesley Publishing co., "*Isotope separation*". Edited by Lerner (RITA. G.) & Trigg (GEORGE. L) 1981.

5. Samuel Galsstone-'*Source Book on Atomic Energy*' - D. Van Nostrand co., Inc-, New york. 1958.

6. *The book of popular science. The Snap Generator*. Vol-6 Groiler Inc. New york-1969.

7. Margulova. T. *Nuclear Power Stations*. English translation by A. Troitsky. Mir publishers Moscow, 1978.

அணுக்கரு எரிபொருள் மீட்டுருவாக்கம்

அணுமின் நிலையத்தில் செறிவூட்டிய யுரேனியம் போன்ற எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தி மின்சாரம் ஆக்கப் பெறுகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் ஏற்படும் அணுக் கருப் பிளப்பின்போழ்து கழிவுப் பொருள்கள் உண்டா கின்றன. இதனால் அவ்வப்போது புதிய எரிபொருளை அணு உலையில் இடவேண்டியுள்ளது. எடுத்துக்காட் டாக ஒரு சாதாரண நீரைப் பயன்படுத்தும் உலையில் பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருளில் ஆண்டுக்கு ஒரு முறை மூன்றில் ஒரு பங்கை எடுத்து விட்டு, புதிய எரி பொருளை இட்டு நிரப்ப வேண்டும். அப்போதுதான் அணுஉலை தொடர்ந்து வேலை செய்யும்; மின்சாரமும் தொடர்ந்து கிட்டும். இதனால் மூன்றாண்டுகளில் கிடைக்கும் பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருள் வீணாக எறியப்படாமல் மீண்டும் எளிதில் பிளவுறும் எரிபொரு ளாக மாற்றப்பட்டால் நமக்குத்தொடர்ந்துஎரிபொருள் கிடைத்துக் கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு வீணான எரி பொருளைப் பயன்படும் எரிபொருளாக மாற்றுவதே எரிபொருள் மீட்டுருவாக்கம் எனப்படும்.

U^{235} ஐப் பயன்படுத்தும் ஈனுலையில் (Breeder reactor) ^{239}Pu கிடைக்கும். இது பல்வேறு வேதியியல் கலவைகள் கலந்த நிலையில் தூய்மையற்றதாக இருக்கும். இதனை உலையினின்று எடுத்து நீருக்கடியில் வைப்பர். இதனால் இதனின்று வெளிப்படும் கதிர்வீச்சுக்கள் நீரால் உறிஞ்சப்பெறும். அதோடு மட்டுமல்லாமல் எரிபொருள் வெளிப்படுத்தும் வெப்பத்தையும் நீர் வாங்கிக் கொள்கிறது. பலமாத காலமாக இவ்விதம் எரிபொருள் வைக்கப்பட்டு இது வெளிப்படுத்தும் கதிர் வீச்சு (Radiation) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அடைந் ததும் பாதுகாப்பாக ஓர் எரிபொருள் மீட்டுருவாக்க நிலையத்திற்குக் (Fuel reprocessing plant) கொண்டு செல்லப்படுகிறது. படம்-1 இன் மூலம் இங்கு நடை பெறும் இயக்கத்தைக் காணலாம்.

எரிபொருள் எடுத்துச்செல்லும்போது அதன் கதிர் வீச்சு சூழலைத் தாக்காமலும், புறச்சூழலால் அவை தாக்குறாமலும் இருக்கக் காப்பு தேவை. இதற்கான எரிபொருள் கலன்கள் (Fuel containers) பொதுவாக 50 டன் எடையும் 5.5 மீட்டர் நீளமும், 1·5 மீட்டர் விட்டமும் கொண்ட எஃகுத் தொட்டிகளாகும். தொட்டியினுள் எரிபொருள் அசைவுறாமலும் பகுதிகள் கலக்காமலும் இருக்கத் தனித்தனி அறைகள் குழாய் வடிவத்தில் இருக்கும். எரிபொருள் குளிர்வதற்காக நீரும், கதிரியக்கத் துகள்கள் வெளியேறாமல் தடுக்கக் காற்றுப்புகா மூடியும் இருக்கும். தண்ணீரால் உறிஞ் சப்படும் வெப்பம் சுவரில் பரவிப்பிறகு தொட்டியின் வெளியில் அமைக்கப்படும் குளிர்விக்கும் இறகுகள் (Cooling fins) மூலம் வெளியேற்றப்படுகிறது.

தொட்டியினுள் இருக்கும் அறைகள், எரிபொருளைத் தொடர் வண்டி மூலமோ சரக்குந்து மூலமோ எடுத்துச் சொல்லும்போது எவையேனும் விபத்துக்கள் ஏற்பட் டால் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து விடாதபடி அமைக்கப் படுகின்றன. மேலும் அவை 9 மீட்டர் உயரத்தி லிருந்து தரையில் போட்டாலும் தாங்கிக் கொண்டு வீணாகாமலும், உயர்ந்த அளவு 1000°C வெப்பத்தை யும் தாங்கிக் கொள்ளும் அளவுக்கும் கட்டப்படுகின்றன.

இவ்விதம் எரிபொருள் பலவிதமான பாதுகாப்போடு எரிபொருள் மீட்டுருவாக்க வேதியியல் கூடத்திற்கு வந்து சேர்கிறது. இங்கு இந்த எரிபொருள் எந்திரங் கள் மூலமாகச் சிறு சிறு துகள்களாக வெட்டப்படு கிறது. யுரேனியம், புளூட்டோனியம் மற்ற அணுப் பிளவுப் பொருள்கள் ஆகியவை அடங்கியிருக்கும் இந்த எரிபொருள் துகள்கள் நைட்ரிக் அமிலத்தில் (Nitric acid) கரைக்கப்படுகின்றன. இதனால் Zr தாது ஒதுக் கப்படுகிறது. மீண்டும் இந்தக் கரைசல் கரைப்பான்-பிரித்தல் (Solvent extraction) என்ற வேதியியல் முறைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் யுரேனியம், புளூட்டோனியம் ஆகியவை இரண்டும் பிரித்தெடுக் கப்படுகின்றன. யுரேனியம் கலவை நைட்ரேட்டி லிருந்து ஆக்சைடாக மாற்றப்பட்டுப் பிறகு ஹெக்சா புளூரைடாக (Hexa fluoride) மாற்றப்பட்டுத் தனியே ஓரிடத்தனிமங்களைப் (Isotopes) பிரித்தெடுக்கும் பகுதிக்குக் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. அங்கு அவை சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. புளூட்டோனியக் கலவை அடர்த்தியான கரைசலில் வைக்கப்பட்டுச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

புளூட்டோனியத்தைக் கையாளும்போது அனைத்துப் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளையும் மேற்கொள்ள வேண்டும். ஏனெனில்,

1. இது ஒரு சிறந்த அணுப்பிளவுப் பொருள், U-235 விடச் சில காரணங்களினால் மேன்மை யுடையதாக இருக்கின்றது.

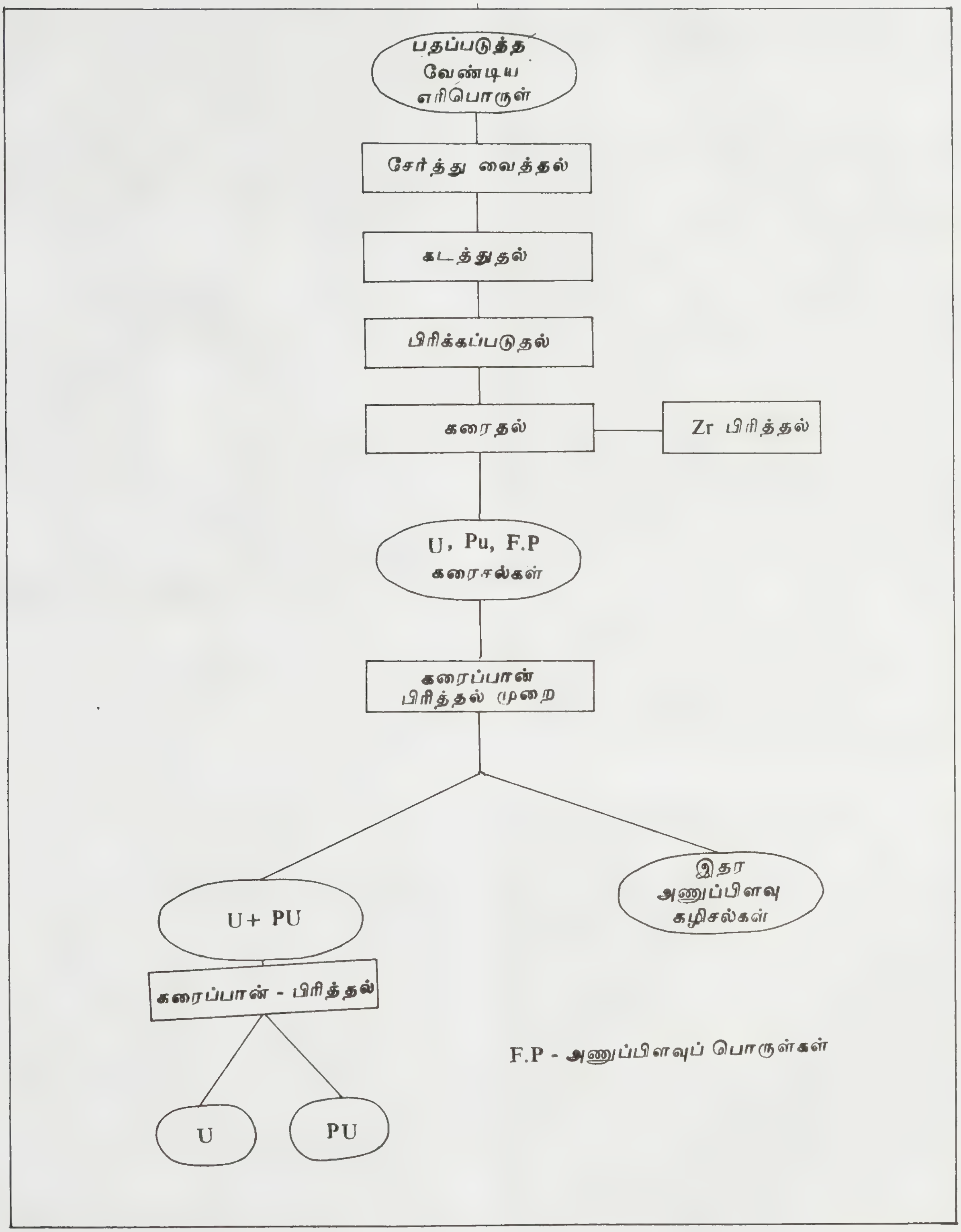
2. இதன் அரைஆயுள் (Half-life period) சுமார் 24,390 ஆண்டுகள். மேலும் தீய விளைவுகளை உண்டுபண்ண வல்ல தீவிரமான கதிர்வீச்சுக் களை உமிழக்கூடியது.

3. இம்முறையில் பிரிக்கப்படும் புளூட்டோனியத்தை அணுகுண்டு, அணுவாற்றலினால் இயங்கும் போர்க்கருவிகள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தலாம். ஆகையால் தேவையான பாதுகாப்பு நடவடிக் கைகள் இதைச் சேமித்து வைத்திருக்கும் இடத் திற்கு இன்றியமையாதனவாகும்.

பி. ம.

நூலோதி

Raymon L. Murray *Nuclear Energy* Perga-mon Press inc. 1975.



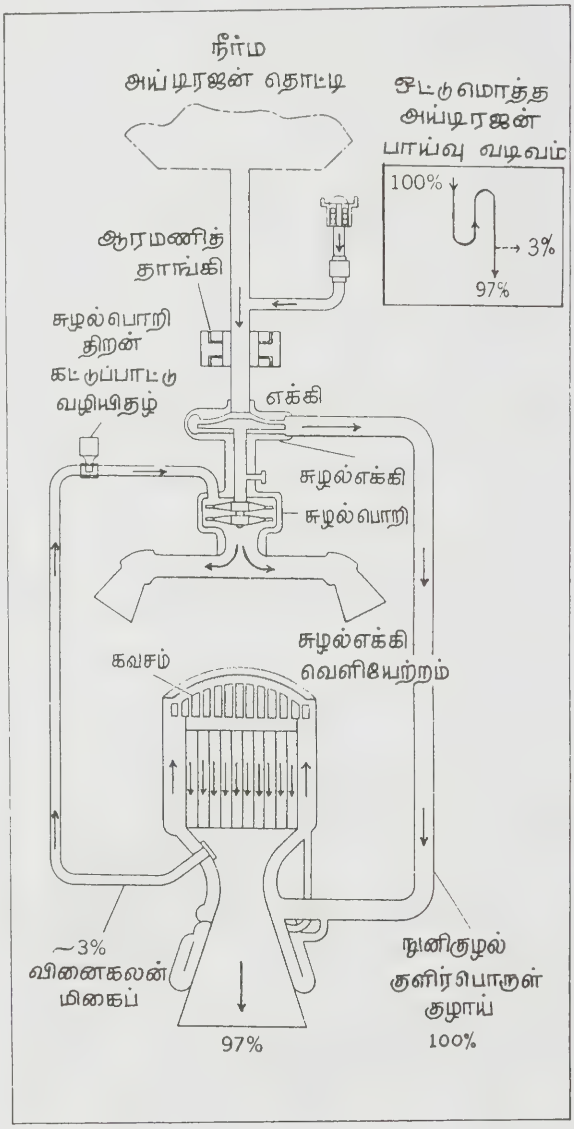
படம் 1, அணுக்கரு எரிபொருள் மீட்டுருவாக்கம்

அணுக்கரு ஏவூர்திகள்

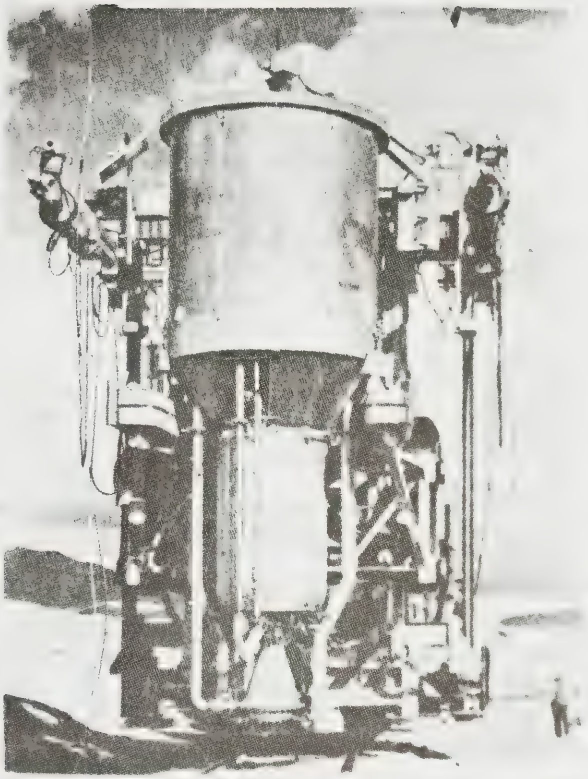
ஏவூர்திகளை இயக்கும் பாய்மத்தைச் சூடாக்குவதற்கு, அணுக்கருப் பிளவு அல்லது பிணைப்பு வினைகளைப் பயன்படுத்தும் கோட்பாட்டியலான வெப்பப் பொறியே இது.

வெப்பப் பரிமாற்ற அணுக்கரு ஏவூர்தி, யுரேனியம்-235 அல்லது புளூட்டோனியம்-239 அடங்கிய எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துகிறது. இந்த ஏவூர்தியின் வினைக்கலனில் (Reactor) உள்ளகப் பொருளாக (Core material) கிராஃபைட், டங்ஸ்டன், கார்பைடுகள் ஆகியவை பயன்படுகின்றன. செலுத்தப் பொருள்களான Propellants) அய்ட்ரஜன், ஹீலியம், அம்மோனியா ஆகியவை எரிபொருள்கள் ஊடே எக்கிகள் மூலம் செலுத்தப்படுகின்றன. அங்கு அவை 6000°R வெப்ப நிலைக்குக் கோட்பாட்டியலாகச் சூடாக்கப்பட்டு நுனிக் குழல்கள் (Nozzles) வழியாக விரிவடையும்போது தள்ளுவிசையை (Thrust) உருவாக்கும். மிகுந்த அழுத்தமும் உயர் தள்ளு விசையும் உடைய அணுக்கரு ஏவூர்திகளில், 900 நொடி நேரம் நிலைக்கும் தன் தூண்டலைக் (Specific impulses) கோட்பாட்டியலாக உருவாக்க முடியும். வட்டணைசார் (Orbital) இயக்கத்தின் போதும் வட்டணைமுன் (Pre orbital) இயக்கத்தின்போதும் அணுக்கரு ஏவூர்திகளை வேதியல் எரிபொருள் தரும் இயக்கத்தால் தொடங்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. இத் தொடக்கத் தள்ளுவிசை 50,000 முதல் 10 0,000 பவுண்டு வரை அமையலாம். விண்வெளியில் இயங்கும்போது தாழ் அழுத்த (0.01 வளி மண்டலம்) அய்ட்ரஜன் செலுத்தப் பொருளாக பயன்படும் வெப்பப் பரிமாற்ற ஏவூர்திகள் 1,500 நொடி நீடிக்கும் தன் தூண்டலை அடையலாம்.

உயர் வெப்பநிலைகளில் பொறியின் ஆயுட்காலம் முழுதும் பேணப்படத் தேவையான எரிபொருள் கூறுகளின் விகிதம், பொறியிலிருந்து வெளியேறும் கதிரியக்கங்கள், வேதியல் ஏவூர்திகளைவிட அதிகமான வடிவடிமைப்புச் சிக்கல்கள், பிளக்க இயன்ற அணுக்கரு எரிபொருள்கள் மற்றும் செலுத்தப் பொருள்களின் (Propellants) அதிக விலை ஆகியவை, வெப்பப் பரிமாற்ற அணுக்கரு ஏவூர்திகளின் பயன்பாட்டிற்குத் தடையாக உள்ள பிரச்சினைகள் ஆகும். 1950-களின் பின் பகுதியில் அமெரிக்க அணு ஆற்றல் ஆணையமும் தேசிய வான் ஊர்தி மற்றும் விண்வெளி ஆட்சித்துறையும், கிராஃபைட் உலோகத்தாலான அணுக்கருஏவூர்திப் பொருள்களை உருவாக்கின. நெர்வாவில் அமைந்துள்ள அணுக்கரு ஏவூர்தி உருவாக்க நிலையத்தில் பல சோதனை வினைக்கலங்களும், தொடர்புடைய ஏவூர்தி உருவாக்க உள்ளுறுப்புகளும் வெற்றிகரமாகச் சோதிக்கப்பட்டன. சோதனைப் பொறிகள் 1000 மெகாவாட் வினைக்கலன் திறனுடன் பல நிமிடங்களுக்கு இயக்கப்டன. இந்தச் சோதனைகளில் அய்ட்ரஜன் என்ற செலுத்தப்பொருள் 4000°R வரை சூடாக்கப்பட்டது. கிவி, போபஸ் (Kiwi and Phobus) ஆகிய இடங்களில் நடந்த வினைக்கலச் சோதனைகள், நெர்வாவில் உருவான ஏவூர்திப் பொறி பற்றிய கருத்தை மேலும் வளர்த்து முழு நிலையான ஏவூர்திப் பொறி ஒன்றை விண்வெளிப் பயன்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்தும் வாய்ப்பை உருவாக்கின. (படம் 1, 2). இந்த அணுக்கரு ஏவூர்தித் திட்டம் ரோவர் (Rover) திட்டம் என வழங்கப்படுகிறது. காண்க, அணுக்கரு வானூர்தி செலுத்தம், வினைக்கலன் (அணு உலை), அணுக்கரு, தன் தூண்டுகை (Specific impulse), தள்ளுவிசை (Thrust).



படம் 1. நெர்வா அணுக்கரு ஏவூர்திப் பொறியின் திட்ட விளக்கப் படம். (W.R. Corliss, Nuclear propulsion for space, USAEC, 1967 நூலிலிருந்து).



படம் 2. தேர்வா சோதனைப்பொறி சோதனைத் தாங்கிக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. (ஏரோஜெட் ஜெனரல் கார்ப் பொரேஷன்)

நுகரக்கூடிய, மின்ம உள்ளகம் (Plasma Core) உள்ள அணுக்கரு ஏவூர்திகள் மின்காந்தப் புலங்களால் அல்லது பாய்மச் சுழிப்புகளால் (Fluid vertices) வினைக் கலனின் உள்ளகத்தை, வெப்பநிலை வரம்பு கட்டுப் படுத்திய ஏவூர்தியின் திண்நிலை கட்டகத்திலிருந்து பிரிக்கின்றன. இந்த அணுகு முறையில் செயல்பாட்டுப் பாய்மத்தில் நேரடியாக அணுக்கருப் பிளவு வினை நிகழ்கிறது. இது செலுத்தப் பொருளின் வெப்ப நிலையை 1,000,000°R-க்கு உயர்த்துகிறது. இந் நிலையில் கோட்பாட்டியலாக 2,500 நொடி நேரம் நிலைக்கும் தன்தூண்டுகைகள் உருவாகும். விலை மிக்க பிளவுறாத எரிபொருளின் இழப்பு, திண்நிலைக் கட்டகங்களைத் தாக்கும் வெப்பக் கதிர்வீச்சு, கதிரி யக்கப் பிளவு விளைபொருள்களை வெளியேற்றல் ஆகிய பிரச்சினைகள் இந்த அணுக்கரு ஏவூர்திக்கு எதி ராக உள்ள தடைகளாகும். அணுகுண்டு முறை ஏவூர்தி செலுத்த முறையால், விண்வெளிக் கலங்களை ஓட்ட, மிகச்சிறிய, திரும்ப நிகழ்கின்ற அணுவெடிப்பு களின் தகர்ப்பு (Blast) விசைகள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. மிக உயர்ந்த கணமுடுக்கங்கள், பிளவு செய்ய இயலும் (Fissionable) எரிபொருள்களின் இழப்பு, கதிரி யக்கத்தால் உயிர்களுக்கு ஏற்படும் தீங்குகள் ஆகியவை அணுகுண்டு முறை ஏவூர்தி செலுத்தத்திற்கு எதிராக உள்ள தடைகளாகும்.

வெப்ப அணுக்கரு ஏவூர்திகள் (Thermo nuclear rockets). இவற்றில் அணுப்பிணைவு (Fusion reactions) வினை கள் செயல்பட்டுப் பாய்மத்தைச் சூடாக்குகின்றன. டியூட்ரியம், டிரிட்டியம், லித்தியம், ஆகியவை எரி பொருள்களாகப் பயன்படும் வாய்ப்புள்ளது. கருத்திய லான வடிவமைப்புகளில் 10^8K உயர்வெப்ப நிலையில் நிகழும் வினை மின்காந்தப் புலங்களால் கட்டுக்குள் வைத்துக்கொள்ளப்படும். சுற்றியுள்ள செலுத்தப் பொருள்களுக்கு கதிர்வீச்சு மூலமும், உயராற்றல் (High energy) பொதுத்துகள்கள் (Neutrons) மூலமும் வெப்பம் மாற்றப்படும். உயர்வெப்பநிலை மின்மப் பொருளை, மின்காந்தப் புலக் கட்டுக்குள் அடைத்து வைக்கும் பிரச்சினை இன்னும் நடைமுறையில் தீர்வு காண இயலாததாகவே உள்ளது. காண்க, கோளிடை ஏவூர்தி செலுத்தம் (Interplanetary rocket propulsion), மின்ம இயற்பியல் (Plasma physics), கலச் செலுத்தம் (Propulsion). விண்வெளிக் கலச்செலுத்தம் (Spacecraft propulsion).

நூலோதி

W. R. Corliss, *Nuclear Propulsion for Space* USAEC, 1967.

அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு

அணுக்கருக்கள் அனைத்தும் தற்சுழற்சிக் கோண உந்தம் உடைய புரோட்டான்களினாலும், நியூட்ரான் களினாலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அணுக்கருவினுள் இத்துகள்கள் சுற்றுப்பாதை கோண உந்தத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. பொதுவாக ஓர் அணுக்கருவில் உள்ள அணுக்கருத் துகள்களின் கோண உந்தங்களின் கூட்டுத்தொகை அவ்வணுக்கருவின் தற்சுழற்சி (Nuclear spin) எனப்படும். இதை I என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடுவர். அணுக்கருவின தற்சுழற்சி, புரோட் டானும், நியூட்ரானும் இரட்டைப்படை எண்ணிக்கை யில் இருந்தால் ஒன்று என்ற மதிப்பையும்,ஒரு வகை யான அணுக்கருத்துகள் இரட்டைப்படையிலும், மற் றொரு வகையான அணுக்கருத்துகள் ஒற்றைப்படை யிலும் இருந்தால் $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}$ என்ற மதிப்புகளையும் பெற் றிருக்கும். அணுக்கருக்கள் தற்சுழற்சி காரணமாக ஒரு காந்தத் திருப்புமையைப் பெறுகின்றன என்ற தற்சுழற்சியுடைய ஓர் அணுக்கருவின் காந்தத் திருப்பு மையை (μ)

$$\mu = r\hbar I$$

எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் r என்பது காந்தச் சுழற்சித் (Magneto gyric) தகவாகும். இது ஒரு மாறிலி.

I என்ற தற்சுழற்சியுடைய அணுக்கருக்களை ஒரு புறக்காந்தப் புலத்தில் வைத்தால், அவை (2I + 1) என்ற திசையமைவுகளைப் (Orientation) பெறுகின்றன. இதில் காணப்படும் சிறப்பு என்னவென்றால் புற காந்தப் புலத்திசைக்குச் சில குறிப்பிட்ட வெவ்வேறு திசைகளில் அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி அமைந்திருந்தாலும், புலத்திசையில் அதன் ஆக்கக்கூறு குவாண்டம் அலகுத் திட்டப்படி வரையறுக்கப்படுவதாய் இருக்கின்றது என்பது தான். இதனால் வெவ்வேறு திசையமைவுகளைக் குறிப்பிட m_I என்ற காந்தக் குவாண்டம் எண்களைப் பயன்படுத்துக்கின்றார்கள். m_I இன் மதிப்பு I, I—1,............ — I என்ற (2I + 1) மதிப்புகளில் ஏதாவது ஒன்றாக இருக்கலாம்.

B_o என்ற காந்தப்பாயச் செறிவுடைய புறக் காந்தப் புலத்தில் பெற்றிருக்கும் காந்தத் திருப்புமைக்கு ஏற்ப அணுக்கருக்கள் வினை ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. E என்பது m_I என்ற காந்தக்குவாண்டம் எண்ணை உடைய அணுக்கருவின் வினையாற்றல் என்றால்,

$$E = -\mu_z B_o$$
$$= -r\hbar m_I \; B_o$$

அடுத்தடுத்துள்ள இரு ஆற்றல் நிலைகளின் ஆற்றல்களை E_1, E_2 என்று குறிப்பிட்டால், அவற்றுக்கிடையே உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடு (படம் 1)

$$\triangle E = E_1 - E_2 = \gamma h B_o$$

இந்த ஆற்றலுக்குச் சமமான மின்காந்த அலையின் அதிர்வெண் w_o எனில்

$$w_o = \gamma B_o$$

என்று காட்டலாம். இதுவே காந்த ஒத்ததிர்வு உட்கவர்தலுக்கான அடிப்படை நிபந்தனையாகும். புரோட்டானுக்கு

$$\gamma = 2.675 \times 10^4 \text{ வினாடி}^{-1} \text{ காஸ்}^{-1}$$
$$= 2.675 \times 10^8 \text{ வினாடி}^{-1} \text{ டெஸ்லர்}^{-1}$$

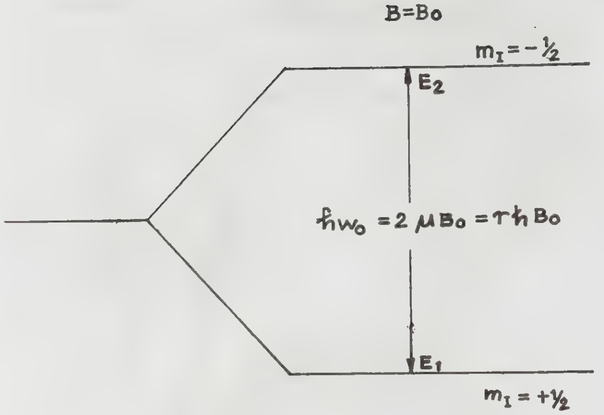
எனவே,

$$\gamma\,(MH_z) = 4.258 \text{ (கிலோ காஸ்)}$$
$$= 42.58 \text{ (டெஸ்லா)}$$

γ என்பது அதிர்வெண் ஆகும். இதுபோல எலக்ட்ரானுக்கு,

$$\gamma\,(GH_z) = 2.80 \text{ (கிலோ காஸ்)}$$
$$= 28.0 \text{ (டெஸ்லா)}$$

என்று நிறுவலாம்.



படம் 1 தற்சுழற்சி $I = \frac{1}{2}$ என்றுள்ள ஓர் அணுக்கரு B_o என்ற நிலை காந்தப் புலத்தில் ஆற்றல் பிரிநிலைகள்.

புறக்காந்தப் புலத்தின் செறிவு B_o = 10,000 காஸ் என்றிருக்கும்போது γ-ன் மதிப்பு 10-50 MH_z என்ற அளவில் இருக்கின்றது. இது வானொலி அலைப் பகுதியில் (Radio waves) அமைந்திருக்கின்றது என்பதால், ஆற்றல் நிலை மாற்றத்தைத் தூண்ட வானொலி அலைகளையே பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கின்றது. மேலும் புறக்காந்தப் புலத்தில் I என்ற தற்சுழற்சியுடைய அணுக்கரு லார்மர் சுழற்சி இயக்கத்தைப் பெறும். இந்த அதிர்வெண்ணும் (w_L) rB_oக்குச் சமம் எனக் காட்டலாம். இதிலிருந்து,

$w_o = w_L$ என்றிருக்கும்போது ஒத்ததிர்வு ஏற்பட்டு, தற்சுழற்சியின் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறத் தூண்டப்படுகின்றன. இம்முறையையே அணுக்கருக்காந்த ஒத்ததிர்வு என்றழைக்கின்றார்கள்.

இம்முறையைப் பயன்படுத்தி அணுக்கருக்களின் காந்தத் திருப்புமையை மதிப்பிட முடிகின்றது. அணு அல்லது மூலக்கூறு கற்றையை அடுத்தடுத்து மூன்று காந்தப் புலங்களின் வழியே செலுத்துகின்றார்கள். இதில் மையப் புலம் சீரானது. இருமருங்குமுள்ள புலங்கள் சீரற்றவை. வானொலி அதிர்வெண் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த உதவியாக மையக் காந்தப் புலத்தில் ஒரு மின்சுருள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். சீரற்ற புலங்களில் கற்றைகள் வளைவுப் பாதைகளில் செல்கின்றன. மையப்புலம் சீராக இருப்பதால் இங்கு கற்றைகள் எவ்வித விலக்கத்தையும் பெறுவதில்லை. ஆனால் வானொலி அணுயியற்றியின் மூலம் அலைவுறு காந்தப்புலத்தை ஏற்படுத்தும் போது அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு ஏற்பட்டு, ஆற்றல் நிலை மாற்றம் பெறுகின்றன. அதனால் அவை அடுத்துள்ள சீரற்ற காந்தப் புலத்தில் முன்பு வரையறுக்கப்பட்ட பாதையில் செல்லாமல், விலக்கமுறுகின்றன. இதை அணு ஆய்வுக்கருவிகளைக் கொண்டு எளிதில் அறியலாம்.

ஒத்ததிர்வை ஏற்படுத்தும் காந்தப்புலம், வானொலி அதிர்வெண் ஆகியவற்றிலிருந்து, அணுக்கருவின் காந்தத் திருப்புமையை அறியலாம். இந்த முறை ராபி (I.I. Rabi) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு, இயல்பான மூலக்கூறு கள் மட்டுமின்றிச் சிக்கலான மூலக்கூறுகளின் கட்ட மைப்பையும் அறியப் பயன்படுகின்றது. கரிம, கனிம மூலக்கூறுகள், அணைவு மூலக்கூறுகள் (Complex molecules) ஆகியவற்றின் கட்டமைப்புக்களை ஆராய அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு முறையை இப்போது பயன்படுத்துகின்றார்கள்.

அணுக்கருக்களைச் சுற்றி அருகிலேயே எலக்ட்ரான் கள் இருப்பதால் புறக்காந்தப் புலத்தில் இந்த எலக்ட் ரான்கள் அணுக்கருக்களுக்கு ஒரு மெல்லிய காந்தக் காப்பீடாக (Magnetic shielding) விளங்குகின்றன. இதன் விளைவாகப் புரோட்டானின் காந்தத் திருப் புமை மாறுபடுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் ணுடைய வானொலிக் கதிரை ஒத்ததிர்வு உட்கவர் தலை உண்டாக்கத் தேவையான காந்தப்புலத்தின் செறிவிலிருந்து இம்மாறுபாட்டை கணக்கிடுவார்கள். காந்தப்புலச் செறிவின் இச்சார்புறு மாற்றம் வேதி யியல் பெயர்ச்சி (Chemical shift) என அழைக்கப்படு கிறது. வேதியியல் பெயர்ச்சியின் அளவு அணுக்கரு விற்கு அருகாமையில் உள்ள வெளியின் தன்மையைப் பொறுத்தது.

உலோகக் கட்டமைப்பில் அணுக்கருக்களை வைக்கும் போதே டயா காந்தச் சூழ்நிலையில் இருக்கும்பொழுது உண்டாக்கும் அதிர்வெண்ணைவிட அதிகமான ஒத்த திர்வெண்ணை உண்டாக்குகின்றது. இதற்கு நைட் பெயர்ச்சி (Knight shift) என்று பெயர். பெர்மி பரப்பைப் பற்றி அறியவும், உலோகத்தால் எலக்ட்ரான் களின் கடத்தலைப் பற்றி அறியவும் இம்முறை பயன் படுகின்றது.

அணுக்கரு காந்த ஒத்ததிர்வு முறையின் பயன்கள் இன்று விரிவடைந்து வருகின்றன. அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு முறையினால் சாதாரண மூலக்கூறுகள் மட்டுமின்றி, RNA, DNA போன்ற சிக்கலான உயிர் மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்பையும் பகுத்தறிய முடியும். உயிரியல் மூலக்கூறுகளின் அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு நிற மாலையிலிருந்து, அம்மூலக்கூறு இயல்பான நிலையில் உள்ளதா, இல்லை திரிவுற்ற (Mutation) நிலையில் உள்ளதா என்பதைக் கண்டறிந்து கொள்ள முடி கின்றது. இது புற்றுநோய் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பெரிதும் துணை புரியும் என்று சொல்கிறார்கள். நோய்க்கூறு அறியும் முறைகளிலும் அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு புதிய அணுகுமுறைகளை ஏற்படுத்திக் கொடுக்கும் என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின் றார்கள்.

இரா. சே.

நூலோதி

1. **J. A. Pople, W. G. Schnerder and H. J. Bernstein**, *High Resolution Nulcear Magnetic Resonance*, Mc Graw-Hill, New york, 1959.

அணுக்கரு ஒளிப்படப் பால்மம

அணுக்கரு, ஒளிப்படப் பால்மம் (Photographic emulsion, nuclear) என்பது கதிர்வீச்சினைக் கண்டுபிடிக்கும் அமைப்பாகும் (Radiation detector). கண்ணாடித் தட்டின் மேல் ஒளி புகும் ஊடகமான (Transparent medium) வெள்ளி ஹாலைட் சேர்மம் (Silver halide compound) இலேசாகப் பூசப்பட்டுள்ளது. சாதாரண கருப்பு-வெள்ளை ஒளிப்படச் சுருள் (Black and white photographic film) ஒரு படத்தினைப் பதிவு செய்வது போன்றே மின்செறிவுற்ற உள் அணுக்கருத் துகள்கள் (Charged subatomic particles) செல்லும்போது இவை இவ்வொளிப்படப் பால்மத்தில் பதியப்படுகின்றன. இவ் வொளிப்படத்தை உருவாக்கும்போது (Photographic developing) இம்மின் செறித் துகள்களுடைய பாதை களின் நிலைத்த பதிவு (Permanent record) கிடைக் கின்றது. இதனைப் பூதக்கண்ணாடி (Microscope) வழியாகக் காணலாம். அணுக்கரு ஒளிப்படப் பால்மம், குறிப்பாக அண்டவெளிக்கதிர் ஆய்விலும் (Cosmic ray research) உயர்சக்தி அணுக்கரு இயற்பியலில் (High energy nuclear physics) கதிர்வீச்சுக்கற்றையிலுள்ள (Beam of radiation) துகள்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மேலும் மின் செறித்துகள்களின் வகை, அவற்றின் சக்தி ஆகியவை களை அறியவும், அதிலும் குறிப்பாக அப்பால்மத்தி லுள்ள, அணுக் கருவினுடன் இணைந்த அணுக்கரு இயக்கங்களைக் (Nuclear reactions involving atomic nuclei of the emulsion) கண்டறியவும் பயன்படு கின்றது. இக்கதிரியக்கம் 1896ஆம் ஆண்டு ஒளிப் படத் தட்டின் (Photographic plate) மேல் ஏற்பட்ட விளைவினைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

நூலோதி

Encyclopaedia Britannica Macropaedia, Vol VII, 15th Edition, 1982.

அணுக்கருக் கட்டாற்றல்

அய்ட்ரசன் (Hydrogen) முதல் யுரேனியம் (Uranium) வரை இயற்கையில் காணப்படும் 92 வகையான அணுக் களானாலும், நெப்டூனியம் (Neptunium) முதல் ஹாஃப் னியம் (Habnium) வரையுள்ள 13 வகையான புற யுரேனிய அணுக்களானாலும் (Trans uranic elements) அவையனைத்தும் நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற புரோட்

டான்களினாலும் மின்னூட்டம் அற்ற நியூட்ரான்களினாலும் (Neutrons) கட்டப்பட்டவையே. குறைந்த பருமன் உள்ள ஓர் அணுக்கருவினுள் (Nucleus) இந்த அணுக்கருத் துகள்கள் (புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும்) நிலையாக இருப்பது எங்ஙனம்? அணுக்கருக்களின் நிரந்தரமான நிலைப்புத் தன்மையை நோக்கின், ஏதோ ஒருவகையான கட்டாற்றல் (Binding energy) அதற்குக் காரணமாக இருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவு. எனவே, அணுக்கருத் துகள்கள், அணுக்கருவினுள் பிணைவுற்றிருக்க வேண்டுமானால் அணுக்கருத் துகளுக்கிடையே குறு நெடுக்கைத் (Short Range) தன்மையுடைய ஒரு விசை (Force) செயல்பட வேண்டும். இதுவே அணுக்கரு விசை (Nuclear force) எனப்பெறும். இவ்விசை வலிமை மிக்க தென்றும் (Strong), அணுக்கருத் துகள் பெற்றிருக்கும் மின்னூட்டத்தைப் பொறுத்ததன்று என்றும், ஏறக்குறைய 10^{-15} மீட்டர் அல்லது 1 பெர்மி (Fermi) தொலைவு வரை செயல்பட வல்லது என்றும் இயற்பியல் அறிஞர்கள் ஆய்ந்துரைத்துள்ளார்கள்.

இப்படி அணுக்கரு விசையால் கட்டுண்டு இருப்பதால் தான் ஓர் அணுக்கருவிலிருந்து ஓர் அணுக்கருத் துகளை நம்மால் எளிதாகப் பிரித்தெடுத்து விட முடிவதில்லை. ஓர் அணுக்கருத் துகளை அணுக்கருவிலிருந்து தனித்துப் பிரிக்க வேண்டுமெனில் அதற்கு ஆற்றல் செலவிடப்பட வேண்டும். ஓர் அணுக்கருவில் உள்ள எல்லா அணுக்கருத் துகள்களையும் தனித்தனியே பிரித்து முடிவிலாத் தொலைவிற்கு எடுத்துச் செல்வதற்குத் தேவையான மிகக் குறைந்த ஆற்றலே அவ் அணுக்கருவின் கட்டாற்றல் எனப்படுகின்றது.

இரண்டு அணுக்கருத்துகள்கள் அருகருகே இருக்கும் போது கட்டாற்றல் காரணமாக இறுக்கமாகப் பிணைவுறுகின்றன என்பது தெளிவாக உணரப்பட்டுள்ள ஓர் இயற்பியல் உண்மை. ஆற்றல் அழிவின்மை நெறியும் (Law of conservation of energy) கூட ஓர் இயற்பியல் உண்மைதான். இதன்படி ஆற்றல் அழிவதும் இல்லை; ஆக்கப்படுவதும் இல்லை. ஒரு வகையிலிருந்து மற்றொரு வகையான ஆற்றலுக்குப் பரிமாற்றம் செய்ய மட்டுமே முடியும். அப்படியென்றால், அணுக்கருத் துகள்களின் பிணைப்பிற்குக் காரணமான கட்டாற்றல் எங்கிருந்து வந்தது?

இரு அணுக்கருத் துகள்கள் பிணைவுறும்போது அவற்றின் நிறை மிக நுண்ணிய அளவு குறைவுறுகின்றது. அஃதாவது, ஓர் அணுக்கருவின் நிறையும் அதனுள் இருக்கின்ற அணுக்கருத் துகள்களின் நிறைகளின் கூடுதலும் சமமாக இருப்பதில்லை. எனவே, தனித்த நிலையில் இருக்கும் அணுக்கருத்துகளின் நிறை, ஓர் அணுக்கருவினுள் பிணைவுற்ற நிலையில் இருக்கும் அணுக்கருத்துகளின் நிறையை விடக் கூடுதலாக இருக்கும் எனலாம். அணுக்கருத்துகள்கள் பிணைவுறுவதால் ஏற்படும் நிறைக் குறைவை நிறை இழப்பு (Mass defect) என்பர். இந்த நிறை இழப்பிற்குச் சமமான ஆற்றல் அணுக்கருக் கட்டாற்றல் (Nuclear binding energy) எனப்படுகின்றது.

'Z' எண்ணிக்கையுடைய புரோட்டானும் 'N' (= A — Z) எண்ணிக்கையுடைய நியூட்ரானும் உள்ள ஓர் அணுக்கருவின் கட்டாற்றலை இப்போது கணக்கிடுவோம். m_p, m_n என்பன முறையே தனியொரு புரோட்டான், தனியொரு நியூட்ரானின் நிறைகள் எனவும், M அணுக்கரு என்பது எடுத்துக் கொண்ட அணுவின் நிறை எனவும் கொண்டால் நிறை இழப்பை ($\triangle$ M)

$$\triangle M = \text{அணுக்கருவில் உள்ள அணுக்கருத் துகள்களின் நிறை கூடுதல்} - \text{அணுக்கருவின் நிறை}$$

எனக் குறிப்பிடலாம். அதாவது.

$$\triangle M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{அணுக்கரு}}$$

Zm_e (m_e என்பது ஓர் எலக்ட்ரானின் நிறை) —யைக் கூட்டிக் கழித்தால்

$$\triangle M = Z(m_p + m_e) + Nm_n - (M_{\text{அணுக்கரு}} + Zm_e)$$
$$= Zm_H + Nm_n - M_{\text{அணு}}$$

இதில் M அணு என்பது எடுத்துக்கொண்ட அணுவின் நிறையாகும். M_H என்பது ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவின் நிறையாகும்.

ஐன்ஸ்டைனின் சிறப்புச் சார்பியல் கொள்கையின்படி $\triangle$M என்ற நிறை அழிவுறும்போது வெளிப்படும் நிறை ஆற்றல் $(\triangle M)C^2$ ஆகும். இதில் |C| என்பது வெற்றிடத்தில் ஒளியின் திசை வேகத்தைக் குறிக்கின்றது. இதன்படி ஓர் அணுக்கருவின் கட்டாற்றலைக் (B) கீழ்க் கண்டவாறு வெவ்வேறு அலகுகளில் குறிப்பிடலாம்.

$$B = (\triangle m)\, C^2 \text{ ஜூல்}$$
$$= (Zm_H + Nm_n - M_{\text{அணு}}) \text{ அணு நிறைஅலகு}$$
$$= 931.5\ 10^{+6}\, (Zm_H + Nm_n - M_{\text{அணு}}) \text{ எலக்ட்ரான் வோல்ட்}$$

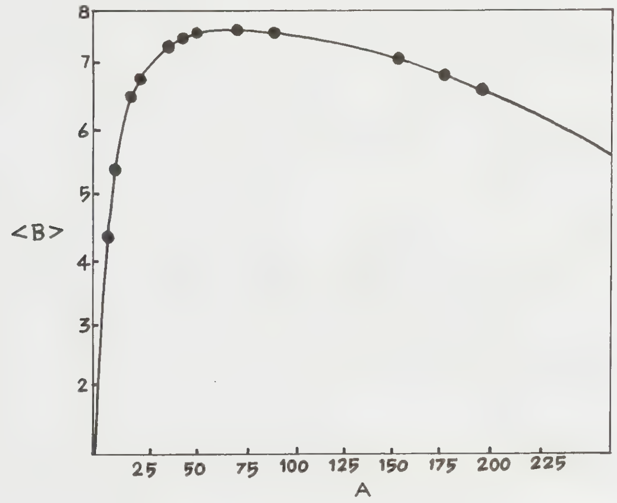
இச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி ஓர் அணுக்கருவின் கட்டாற்றலைக் கணக்கிட்டு அறிய முடியும். அணுக்கருக்கட்டாற்றல், வெவ்வேறான அணுக்கருக்களுக்கு, வெவ்வேறு மதிப்புடையதாக இருக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத்தனிமமான டியூட்ரானின் (Deutron) அய்ட்ரஜன் அணுக்கருவில் ஒரே ஒரு புரோட்டான் மட்டுமே உள்ளது. அணுக்கருக் கட்டாற்றல் 2.23 மி.எ.வோ. (மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட்) ஆகும். நிலைத்த நிறைமிகு அணுக்கருவான பிஸ்மத்-209 இன் அணுக்கருக் கட்டாற்றல் 1640 மி.எ.வோ. ஆகும்.

ஓர் அணுக்கருவின் கட்டாற்றலை அணுக்கருக்கட்டாற்றல் பின்னம் (Binding fraction) என்பதாலும் குறிப்பிடுவார்கள். அணுக்கருக் கட்டாற்றல் பின்னம் என்பது ஓர் அணுக்கருத் துகளின் சராசரிப் பிணைப் பாற்றலாகும். இதை <B> என்று குறிப்பிடுவார்கள்.

$$\text{அணுக்கருக் கட்டாற்றல் பின்னம்} = \frac{\text{அணுக்கருக் கட்டாற்றல்}}{\text{அணுக்கருவில் உள்ள அணுத் துகள்களின் எண்ணிக்கை}}$$

<B> இன் மதிப்பு எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாக இருக்கின்றதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அணுக்கருத்துகள் கள் இறுக்கமாய்ப் பிணைவுற்றிருக்கின்றன எனலாம்.

அணுக்கருக் கட்டாற்றல் சிறப்புக் கூறுக்கும் <B>. நிறை எண்ணிற்கும் A வரையப்பட்ட ஒரு வரைபடம்-1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து அணுக்கருவின் கட்டாற்றல் தொடர்பான பல உண்மைகளை மிக எளிதாக அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. படம்-1



<B> —இன் மதிப்பு 8.79 மி.எ.வோ/ அணுக்கருத் துகள் என்ற பெரும மதிப்பை எட்டும் வரை தொடக்கத்தில் வரைகோடு விரைந்து மேலேறிச் செல்கின்றது. இப்பெரும மதிப்பு அணு எண் 26ம் நிறை எண் 56ம் உடைய இரும்பின் (Iron) அணுக்கருவிற்கு உரியதாக இருக்கின்றது. இப்பெருமத்திற்குப் பிறகு வரைகோடு இலேசான சரிவுடன் காணப்படுகின்றது. இதனால் <B>-இன் மதிப்பு யுரேனியம் போன்ற நிறைமிக்க அணுக்கருக்களுக்கு 7.6மி.எ.வோ/அணுக்கருத் துகள்கள் எனக் குறைந்து விடுகின்றது. இதிலிருந்து தனிமங்களின் பட்டியலில் மையத்தில் காணப்படுகின்ற தனிமங்களின் அணுக்கருக்களே கட்டாற்றல் சிறப்புக் கூற்றைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பதையும், அதனால் அவை நிலைப்புத் தன்மை மிக்கனவாய் உள்ளன என்பதையும் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. இப்படிக் கனமான, மற்றும் இலேசான அணுக்கருக்களின் கட்டாற்றல் பின்னம் குறைவாகவும், இடைநிலை அணுக்கருக்களின் கட்டாற்றல் பின்னம் அதிகமாகவும் இருப்பதால் தான் அணுக்கரு ஆற்றலை நடைமுறைப் பயன்களுக்குப் பயன்படுத்த வகைசெய்யும் அணுக்கருப் பிளப்பு, அணுக்கருப் பிணைப்பு ஆகிய இருநிகழ்வுகளும் இயல்பாகின்றன.

மெ. மெ.

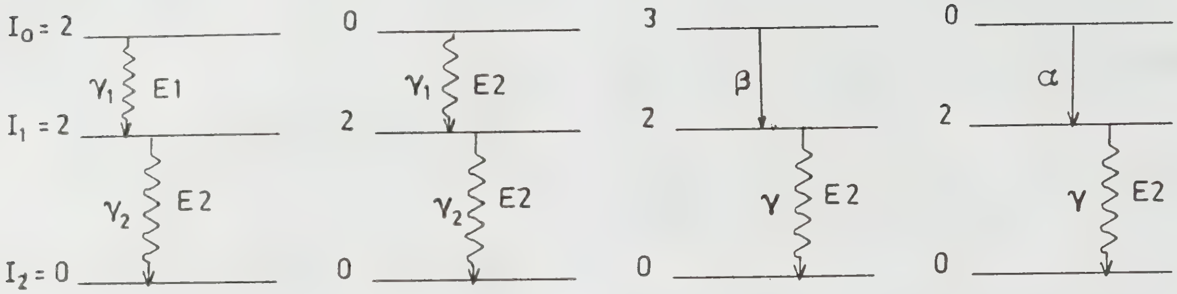
நூலோதி

Mc Graw-Hill *Encyclopadia of Physics*, Mc Graw-Hill, New york 1982.

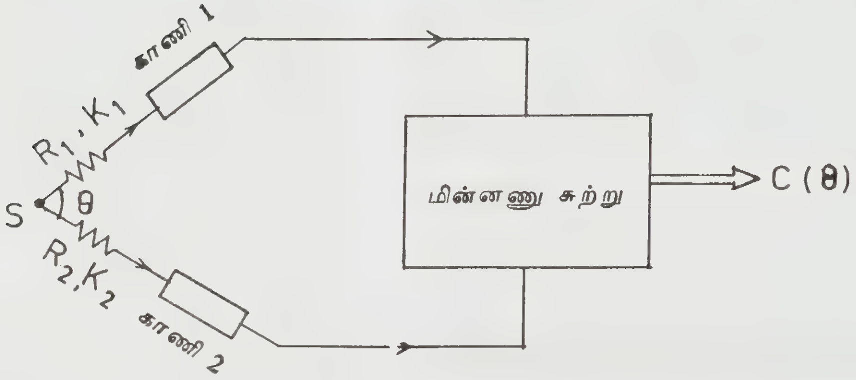
அணுக்கருக் கதிர்வீச்சுக் கோண ஒப்புறவு

அணுக்கருக்கள் அடுத்தடுத்து வெளியிடும் இரு கதிர் வீச்சின் திசைகளுக்கு இடையிலுள்ள கோணத்தைப் பொறுத்து இரண்டாவது கதிர்வீச்சின் செறிவு (Intensity) மாறுபடும் விதத்தை அளவிடுவது அணுக்கருக்கதிர் வீச்சின் கோண ஒப்புரவாகும். கிளர்ச்சி நிலையிலுள்ள (Excited state) அணுக்கருக்கள் ஆல்ஃபா (α), பீட்டா (β), நியூட்ரான் (n), புரோட்டான் (p) முதலிய துகள்கள், மற்றும் γ கதிர் ஆகியவைகளில் சிலவற்றை வெளியிட்டு அடிநிலைக்கு (Ground state) வருகின்றன. பல அணுக்கருக்கள் தற்சுழற்சி (Spin) பெற்றுள்ளன. கதிர் உமிழ்வு வாய்ப்பு (Emission probability) அக்கதிர் செல்லும் திசைக்கும், இந்தத் தற்சுழற்சி அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தைப் பொறுத்தது. எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட அணுக்கருத் தொகுப்பில் தற்சுழற்சி அச்சுக்கள் எல்லாத்திசைகளிலும்சமவாய்ப்பில் முனைந்திருந்தால் (Randomly oriented assembly of nuclei) எல்லாத் திசைகளிலும் சமவாய்ப்புடன் கதிர் வெளிப் படும். ஆனால், மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் காந்தப்புலம் முதலியவற்றால் அணுக்கருத் தொகுப்பு முனைவாக்கப்பட்டால் (Oriented assembly of nuclei) வெளிப்படும் கதிர் வெவ்வேறு திசையில் வெவ்வேறு செறிவுடன் இருக்கும். இத்தொகுப்பின் முனைமை அச்சுக்கும் கதிர் வெளிப்படும் திசைக்கும் இடையே யுள்ள கோணத்தை மாற்றி, வெளியிடப்படும் கதிர்ச் செறிவை அளவிடுவதற்கு, முனைவாக்கப்பட்ட அணுக் கருக்கதிர்வீச்சின் கோண ஒப்புறவு (Angular correlation from oriented nuclei) என்று பெயர்.

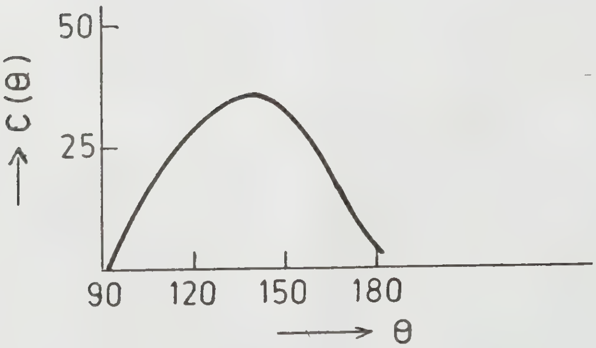
வெளிப்படும் கதிரின் பன்முனைத் தன்மையையும் (Multipolarity) திசையயும் பொறுத்து அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி எண்ணும் (I) அதன் அச்சும் மாறுபடும். ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் கதிரை வெளியிட்ட அணுக்கருக் களின் தற்சுழற்சி அச்சு ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் முனைந்திருக்கும் இந்த அணுக்கருக்கள் (Oriented subessembly of nuclei) மற்றுமொரு கதிரை வெளியிட்டால் அக்கதிர் வெவ்வேறு திசையில் வெவ்வேறு செறிவுடன் இருக்கும். அடுத்தடுத்து இரு கதிர்களை வெளியிடக்கூடிய அணுக்கருக்கள் மூன்றை விளக்கப்படம் 1இல் காணலாம். வரைபடத்தில் I என்பது தற்சுழற்சி எண்



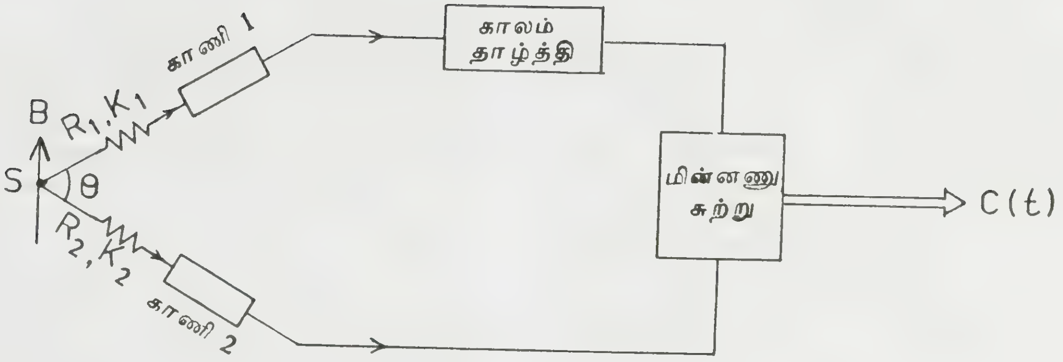
படம் 1. அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு



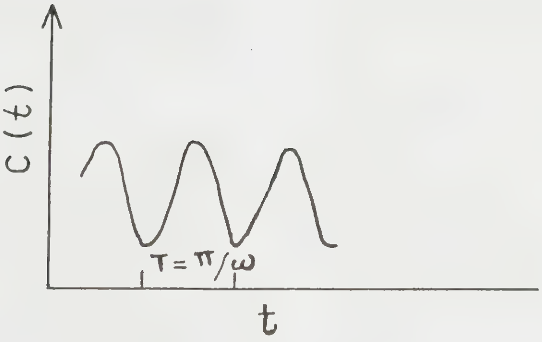
ஒரே நேர கோண ஒப்புறவு செய்முறை



படம் 2 ஒரே நேர கோண ஒப்புறவு வரைபடம்



காலம் தாழ்ந்த கோண ஒப்புறவு செய்முறை



படம் 3. காலம் தாழ்ந்த கோண ஒப்புறவு வரைபடம்

ணையும்), E_1 என்பது மின் இருமுனைக் (Electric dipole) கதிர்வீச்சையும், E_2 என்பது மின் நான்முனை (Electric quadrupole) கதிர்வீச்சையும் குறிக்கிறது. தற்சுழற்சி I_1 கொண்ட அணுக்கருக்கள் முனைவாக்கப்படவில்லை. இவை R_1 என்ற கதிரை எல்லாத் திசைகளிலும் சம வாய்ப்பில் வெளியிடுகின்றன. இதில் K_1 என்ற திசையில்கதிரை வெளியிடும் அணுக்கருக்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் முனைந்திருக்கும். இவற்றின் தற்சுழற்சி I_1 என்று மாறுகிறது. இந்தத் துணைத்தொகுப்பு R_2 என்ற கதிரை வெளியிட்டுத் தற்சுழற்சி I_2 உள்ள நிலை நிலைபெறுகிறது. ஒரு காணி (detector)யின் உதவியால் K_1 திசையில் வரும் R_1 கதிரைக் கண்டு, மற்றொரு காணியின் உதவியால் K_2 R_2 கதிர் எந்தச் செறிவுடன் வருகிறது என்றறிவது அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் கோண ஒப்புறவாகும். அதாவது K_1 திசைக்கும் K_2 திசைக்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தைப் பொறுத்து R_2 கதிர்வீச்சின் செறிவு மாறுபடும் விதத்தைக் கோண ஒப்புறவு சோதனை முறையையும் வரைபடத்தையும் விளக்கப் படம் 2இல் காணலாம். இதில் S என்பது அணுக்கருத் தொகுப்பு K_1 திசையில் வரும் R_1 கதிரைக் காணி 1 உணர்கிறது. θ கோணத்தில் K_2 திசையில் வரும் R_1 கதிரைக் காணி 2 உணர்கிறது. இவ்விரு காணிகளின் குறிப்புகளும் ஒரே நேரத்தில் வந்தால் (Coincidence) மின்னணுச்சுற்று (Electronic circuit) குறிப்பு ($C(\theta)$) தரும். θ என்ற கோணத்தை மாற்றி வெவ்வேறு $C(\theta)$ பெறலாம்.

அணுக்கருத் தொகுப்பில் காந்தப்புலத்தைச் செலுத்தினால் R_1 கதிரை வெளியிட்ட அணுக்கரு I_1 என்ற தற்சுழற்சியுடன் காந்தப்புலத்தில் அச்சுடன் சுழலும் (Precession), இந்த அச்சுச் சுழல் வேகம் (ω) காந்தப்புலத்தைப் (B) பொறுத்து $\omega = \gamma B$ என்று மாறுபடும். மேற்

கண்ட சமன்பாட்டில் r என்பது சுழல் காந்த விகிதம் (Gyromagnetic ratio) ஆகும். அணுக்கரு R_1 கதிரை வெளியிட்டு T செகண்டு கழித்து R_2 கதிரை வெளியிடுகிறது என்று வைத்துக் கொண்டால், காந்தப்புலத்தில் R_2 கதிர்வீச்சின் திசை, காந்தப்புலம் சுழியாக இருக்கும்போது அதன் திசையைவிட ωT என்ற கோணம் கூடுதலாயிருக்கும். ஆக, காந்தப்புலத்திலும் அது இல்லாமலும் அளவிடப்பட்ட கோண ஒப்புறவு வரைப்படங்களிலிருந்து காந்தப்புலத்தை அறிய முடியும். இம்முறை சிற்றுலைவு கோண ஒப்புறவு (Perturbed angular correlation) எனப்படும். ωT என்ற கோணத்தின் அளவு அதிகமாக இருந்தால் K_1 திசையில் R_1 கதிர்வீச்சை உணர்ந்தபிறகு t செகண்டு காலம் தாழ்த்தி K_2 என்ற குறிப்பிட்ட திசையில் R_2 கதிர்வீச்சை உணர்வதன் மூலம் (Delayed coincidence measurement) காந்தப்புலத்தை அறியலாம். இந்தச் செய்முறையும் வரைபடமும் விளக்கப்படம் 3இல் உள்ளன. இப்படத்தில் S என்ற அணுக்கருத்தொகுப்பு B என்ற காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. K_1 திசையில் வரும் R_1 கதிரும், இத்திசைக்கு θ கோணத்தில் வரும் B_2 கதிரும் காணிகளின் மேல் விழுகின்றன. காணி 1இன் அறிகுறிப்பு மின்னணுச் சுற்றால் (Time delay circuit) t செகண்டு காலந்தாழ்த்தப்படுகிறது. காணி 2இன் அறிகுறிப்பு காலந்தாழ்த்தப்படவில்லை. பின் இவ்விரு குறிப்புகளும் ஒரே நேரத்தில் மற்றொரு மின்னணுச்சுற்றுக்கு (Coincidence circuit) வந்தால் அதிலிருந்து அறிகுறிப்பு (C (t)) வரும். t யை மாற்றி வெவ்வேறு C(t) பெறலாம். C(t) — t என்ற வரைபடத்திலிருந்து காந்தப்புலத்தைக் கணக்கிடலாம். காந்தப்புலம் வெளியிலிருந்து செலுத்தப்படாமல் அணுக்கரு தொகுப்பினுள்ளேயே அமைந்திருந்தாலும் இவ்விளைவு ஏற்படும்.

R_1 கதிர்வீச்சு பொதுவாக α,β,ρ,γ என்றிருக்கலாம். R_2 கதிர்வீச்சு γ கதிராக இருக்கும். R_1 கதிர்வீச்சு α எனவும் R_2 கதிர்வீச்சு γ எனவும் இருந்தால் அந்தக் கோண ஒப்புறவு ஆல்ஃபா-காமா கோண ஒப்புறவு (Alpha-gamma angular correlation) எனப்படும். இரு கதிர்வீச்சுகளும் γ என்றால் அது காமா-காமா கோண ஒப்புறவு (Gamma-gamma angular correlation) எனப்படும். R_1 கதிர்வீச்சின் ஒரு குறிப்பிட்ட முனைமையையும் (Polarization), R_2 கதிர்வீச்சின் எல்லா முனைமைகளையும் அளவில் கொண்டால் அது முனைமைக் கோண ஒப்புறவு (Polarization directional angular correlation) எனப்படும். இரு கதிர்வீச்சுகளின் குறிப்பிட்ட முனைமைகளை அளவில் கொண்டால் அது முனைமை-முனைமைக் கோண ஒப்புறவு (Polarization-polarization angular correlation) எனப்படும். R_1 கதிர்வீச்சுக்கும் R_2 கதிர்வீச்சுக்கும் இடைப்பட்ட நேரம் அணுக்கருவைப் பொறுத்துக் கிட்டத்தட்ட 10^{-12} செகண்டு முதல் 10^{-7} வரை வேறுபடும். K_1 திசையில் R_1 கதிரை ஒரு காணியிலும், K_2 திசையில் R_2 கதிரை மறு காணியிலும் ஒரே நேரத்தில் (10^{-12} செகண்டு முதல் 10^{-7} செகண்டுக்கு உட்பட) பெறுவதனால் (Coincidence measurement) கோண ஒப்புறவு அளவிடப்படுகிறது. இவ்வாறு ஒரே நேரத்தில் உணர்வதில் இரு கதிர்வீச்சுகளும் ஒரே அணுக்கருவிலிருந்து வெளிவந்தவையாயிருக்க அதிக வாய்ப்புண்டு. ஒரு அணுக்கரு வெளியிடும் பாஸிட்ரான் (B^+) துகள், பொருளிலுள்ள எலக்ட்ரானுடன் சேர்ந்து அழிவுறும் போது (Positron annihilation) வெளிப்படும் இரு காமா கதிர்களுக்கிடையே உள்ள கோணத்தை அளவிடும் கோண ஒப்புறவு, பாஸிட்ரான் அழிவுறுவில் கோண ஒப்புறவு (Angular correlation of positron annihilation) எனப்படும். இதன் மூலம் பொருளிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் கோண உந்த விரவல் (Angular momentum distribution), ஃபெர்மி மேற்பரப்பு (Fermi surface) முதலியவற்றை அறியலாம். அணுக்கரு கதிர்வீச்சின் கோண ஒப்புறவு ஆய்வு மூலம் அணுக்கரு நிலைகளின் தன்மைகளை (Properties of nuclear state) அறிய முடிகிறது. கோண ஒப்புறவு வரைபடத்திலிருந்து R_2 கதிர்வீச்சின் பன்முனைத் தன்மையையும், அணுக்கருவின் சுழற்சி எண்ணையும் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. மேலும் தொகுப்பிலுள்ள காந்தப்புலம், மின்புலச்சரிவு (Electric field gradient) முதலியவற்றை அறிவதனால் அணுக்கருத் தொகுப்பின் கட்டமைப்பை (Lattice structure) யும், படிகக் குறைபாடுகளை (Crystal) defects) யும் அறிய முடிகிறது.

ஆர். கே.

நூலோதி

1. **Rita G. Lerner and George, L. Trigg**, *Encyclopaedia of Physics'* Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1981.

2. **K. Siegbahn (Ed)**, *'Alpha, Beta and Gamma Ray Spectroscopy'*, North-Holland, Amsterdam, 1965.

3. **A. J. Rerguson**, *'Angular Correlation Methods in Gamma Ray Spectroscopy'*, North-Holland, Amsterdam, 1965.

4. **E. Karlsson, E. Mathias and U. Siegbahn** (Eds), *'Perturbed Angular Correlations'* North-Holland, Amsterdam, 1964.

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு என்பது (Nuclear radiation) கதிரியக்கத்தின் போதும், பிளப்பின் போதும், அணுக்கரு வெளியிடும் மிக்க ஊடுருவும் திறன் வாய்ந்த கதிர்வீச்சாகும். ஒவ்வோர் இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமத்தின் (83-ம் அதற்கும் மேற்பட்ட அணு எண்ணைக் கொண்ட தனிமத்தின்) அணுக்கருவும் தன்னுடைய தற்சிதைவு இயக்கத்தின்போது முற்றிலும் மாறுபட்ட

மூன்று வகைக் கதிர்வீச்சுகளை வெளியிடுகிறது. அவை யாவன: ஆல்ஃபா - கதிர்கள் (α-கதிர்கள்), பீட்டா-கதிர்கள் (β-கதிர்கள்), காமா - கதிர்கள் (γ-கதிர்கள்) என்பனவாகும். இதேபோன்று ஒவ்வோர் அணுக் கருப்பிளப்பின் (Nuclear Fission) போதும் நியூட்ரான் கதிர்வீச்சும் வெளிப்படுகிறது. அணுஉலை, துகள் முடுக்கிகளைக் கொண்டு கதிரியக்க மூலங்களைச் செயற்கையாகவும் உற்பத்தி செய்கின்றார்கள். இவை களும் கதிர்வீச்சுக்களை உமிழக் கூடியனவாக இருக் கின்றன. செயற்கைக் கதிரியக்கத்தில் ஆற்றல் மிக்க எலக்ட்ரான் அல்லது பாசிட்ரான் துகள்களே காணப் படுகின்றன.

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் பண்புகள் (Nuclear Radiation Properties)

ஆற்றலை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குப் பரவச் செய்யும் ஓர் முறைக்குக் கதிர்வீச்சு என்று பெயர். அதனை மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு (Electromagnetic radiation) எனவும், நுண்துகள் கதிர்வீச்சு (Corpuscular radiation) எனவும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். மின்காந்தக் கதிர்வீச்சில் ஆற்றலானது அலையியக்கத்தினால் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத் திற்கு ஒளியின் வேகத்தில் பாய்கிறது. மின்காந்தக் கதிர்வீச்சானது அலைநீள அடிப்படையில் பல்வேறு கதிர்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவற்றில் காமா-கதிர்கள் மட்டுமே அணுக்கருவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்ட மின்காந்தக் கதிர்வீச்சாகும். இக்காமா-கதிர்கள் மிகக் குறைந்த அலைநீளமுடையவை; மிகக் குறைந்த அயனியாக்கத் (Ionisation) திறன் கொண் டவை; மிக அதிக ஊடுருவு திறன் கொண்டவை.

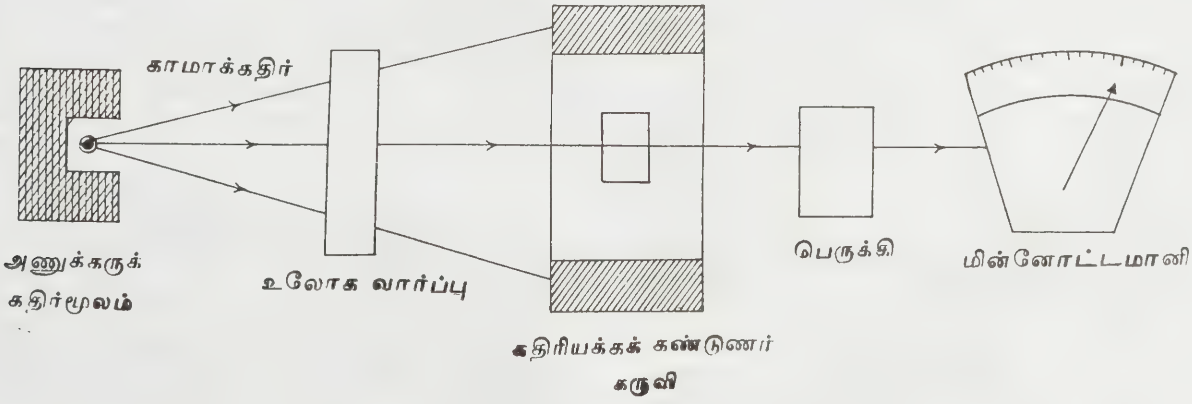
நுண்துகள் கதிர்வீச்சில் ஆற்றலானது இயங்கும் துகள்களின் துணைகொண்டு, ஓரிடத்திலிருந்து மற் றோர் இடத்திற்கு இடமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. ஆல்ஃபா - துகள்களும் பீட்டா - துகள்களும் இவ் வகைக் கதிர்வீச்சைச் சார்ந்தவை. மேலும் அணுக் கருப் பிளப்பின்போது வெளிப்படும் அதிவேக நியூட் ரான்களும் இவ்வகைக் கதிர்வீச்சைச் சார்ந்தவையே. எல்லா நுண்துகள் கதிர்களும் நேர்முகமாகவோ இரண் டாம் நிலைவிளைவு (Secondary effect) மூலமாகவோ அயனியாக்கம் செய்யும் திறன் வாய்ந்தவை. ஆல்ஃபா-கதிர்கள் நேர் மின்னூட்டத் துகள்களால் ஆனவை; ஒளியின் வேகத்தில் 1/10 பங்கு முதல் 1/100 பங்கு வேகமுடையவை; அதிக அயனியாக்கத்திறன் கொண் டவை; குறைந்த ஊடுருவுதிறன் கொண்டவை. பீட்டா - கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டத் துகள்களால் ஆனவை; ஒளியின் வேகத்தில் 97% அளவு வேகமுடை யவை; குறைந்த அயனியாக்கத் திறன் கொண்டவை; ஆல்ஃபா - துகளைவிட அதிக ஊடுருவுதிறன் கொண் டவை. நியூட்ரான்கள் மின்னூட்டம் (Charge) இல்லா தவை. ஆகவே இவை வளிமங்களில் அயனியாக்கம் செய்வதில்லை; இரண்டாம் நிலைவிளைவு மூலமாக அயனியாக்கம் செய்யும் திறன் வாய்ந்தவை.

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் பயன்கள் (Applications of nuclear radiations)

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சுகள், அறிவியல், பொறியியல், வேளாண்மை, மருத்துவம் ஆகிய துறைகளில் மிகுந்த பயனளிக்கின்றன.

காமா - கதிர்வீச்சினைக் கொண்டு ஓர் அணுக்கரு வின் அமைப்பினையும், பண்புகளையும் ஆராயலாம்; சிக்கலான சில வேதியியல் வினைகளைப் பகுத்தறிய லாம். நியூட்ரான் கதிர்களைப் பயன்படுத்திக் காந்தப் பொருள்களைப் பகுத்தறியலாம்.

உலோக வார்ப்புகளினுள் அமைந்த காற்றுப்புழை களையும் வெடிப்புகளையும் (Flaws) காமா - கதிர் களைப் பயன்படுத்திக் கண்டறியலாம். உலோக வார்ப்பைச் சரிபார்க்க வெடிப்புணர் கருவி (Flaw detector) பயன்படுத்தப்படுகிறது (படம்-1). கதிரியக்க



படம் 1. வெடிப்புணர் கருவி

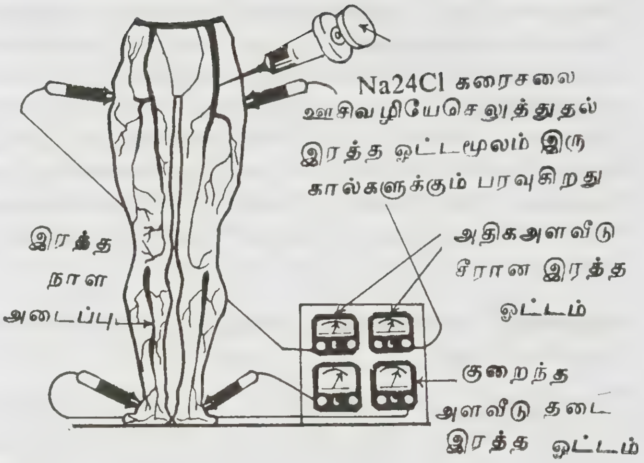
கோபால்டு-60 இலிருந்து வெளிப்படும் காமா கதிர்கள் உலோக வார்ப்பின் வழியாக ஊடுருவிக் கதிரியக்கங் கண்டுணர் கருவிமீது விழுகின்றன. காமா கதிர்களால் இக்கருவியில் உண்டாக்கப்பட்ட துடிப்பலை மின்னோட்டம் (Pulsed Current) பெருக்கப்பட்டு மின்னோட்டமானியினால் அளவிடப்படுகிறது. உலோக வார்ப்பில் வெடிப்பு இருப்பின் அப்பகுதியிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்வீச்சானது மற்ற பகுதிகளிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்வீச்சைவிடச் செறிவு மிக்கதாக இருக்கும். மின்னோட்ட மானியில் அளவீடு அதிகரிக்கும். ஏனெனில் மின்னோட்டச் செறிவு கதிர்வீச்சின் செறிவிற்கு நேர் விகிதத்திலுள்ளது. இதனை வைத்து உலோக வார்ப்பில் வெடிப்பு உள்ளதா இல்லையா என்பதனை அறியலாம்.

பயிர் விளைச்சலை அதிகரிக்கக் கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமங்கள் பயன்படுகின்றன. மண்ணுக்கு ஏற்ற உரத்தைக் கண்டறியச் சிறிதளவு கதிரியக்க ஃபாஸ்ஃபரசை உரத்துடன்கலந்து மண்ணிலிடவேண்டும். பயிர் வளரும்போது மண்ணிலிருந்தும் உரத்திலிருந்தும் ஃபாஸ்ஃபரசை பயிரானது உட்கொள்கிறது. பயிரின் ஒரு பகுதியை வெட்டியெடுத்து அது வெளியிடும் கதிர்வீச்சின் அளவிலிருந்து பயிர் உட்கொண்ட உரத்தின் அளவைக் கணிக்கலாம். பின்பு பயிர் விளைச்சலை வைத்து மண்ணுக்கு அந்த உரம் ஏற்றதா என்பதனை அறியலாம்.

அணுக்கருக் கதிர்கள் நச்சுயிரிகளைக் கொல்லும் தன்மை வாய்ந்தவையாகையால், உணவுக்கிடங்குகளிலுள்ள உணவுப் பொருள்களைப் பாதுகாக்க அவற்றை அணுக்கருக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்துகின்றனர்.

நோயைக் கண்டறியவும், நோயைக் குணப்படுத்தவும் அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு பயன்படுகிறது.

தக்கதொரு கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமத்தை 'தடங்காண் ஊடக'மாகப் (Tracer) பயன்படுத்தி உடலின் குறிப்பிட்டதொரு பகுதி புற்றுநோயினால் தாக்கப்பட்டுள்ளதா என்பதனை அறியலாம். உடலின் ஒரு பகுதியில் செலுத்தப்பட்ட குறிப்பிட்ட கதிரியக்க ஓரிடத்தனிமமானது இரத்த ஓட்டமூலம் மற்ற பகுதிகளுக்குப் பரவும். குறிப்பிட்ட பகுதி நோய் கண்டிருந்தால் அப்பகுதி இக்கதிரியக்கப் பொருளை உட்கவரும். நோயின் கடுமை அதிகமாக இருந்தால் உட்கவரும் தன்மையும் அதிகரிக்கும். இப்பகுதியைக் 'கதிரியக்கக் கண்டுணர்' கருவியைக் கொண்டு கண்காணித்து நோயின் கடுமையினை அறியலாம். இம்முறையில் கதிரியக்க அயோடின் (I-131) கரைசலை உடலில் செலுத்தித் தைராய்டு சுரப்பி பாதிக்கப்பட்டுள்ளதா என்பதனை மருத்துவர்கள் அறிகிறார்கள். இவ்வாறே கதிரியக்க சோடியம்-24 உள்ளிட்ட உப்புக்கரைசலை உடலில் ஊசிமூலம் செலுத்தி (படம்-2) இரத்த ஓட்டம் சீராக உள்ளதா அல்லது எந்த இரத்தநாளத்தில் தடை உள்ளது என்பதனைக் கண்டு அறிகிறார்கள்.



படம் 2. கதிரியக்க சோடியத்தைப் பயன்படுத்தி இரத்த ஓட்டத் தன்மை அறிதல்.

உடலில் நல்லநிலையிலுள்ள திசுக்களைவிட நோயுள்ள திசுக்களை அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு அதிகமாக அழிக்கும் தன்மை வாய்ந்தது. இப்பண்பைப் பயன்படுத்திக்கதிரியக்கக் கோபால்டு-60 (Co-60) வெளியிடும் கதிர்வீச்சைக் கொண்டு புற்றுநோயைக் குணப்படுத்துகின்றனர். மூளையில் உண்டான புற்றுநோயைக் குணப்படுத்தக் கதிரியக்கப் போரானையும் (B-11), தைராய்டு சுரப்பியிலுண்டான புற்றுநோயைக் குணப்படுத்தக் கதிரியக்க அயோடினையும் (I–131) மருத்துவ வல்லுநர்கள் பயன்படுத்துகின்றனர்.

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு விளைவிக்கும் கேடுகள் (Nuclear Radiation damage)

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு ஒரு பொருளை ஊடுருவும்போது அப்பொருளின் பண்புகளிலோ அல்லது அமைப்பிலோ சில தீய விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. கதிர்வீச்சினால் பொருளுக்கு ஏற்படும் இவ்வழிவுதான் அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு விளைவிக்கும் கேடு என்று குறிக்கப்படுகிறது.

பருப்பொருள் ஒன்றினுள் கதிர்வீச்சு ஊடுருவும்போது அதன் படிகத்தன்மையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. படிகத்தின் அணிக்கோப்பில் உள்ள அணுக்கள் இடப்பெயர்ச்சி (Dislocation) அடைகின்றன. இதனால் பொருளின் கடினத் தன்மை (Hardness) மாறுகின்றது. நீர்மங்களில் கதிர்வீச்சு ஊடுருவும்போது அவற்றின் பாகுத்தன்மை மாற்றமடைகிறது. பொருள்களின் இயற்பியல் பண்புகளில் ஏற்படும் இம்மாற்றங்கள், அவற்றின் பயன், பயன்படும் காலம் இவற்றைப் பெரிதும் குறைத்துவிடுகின்றன.

கருப்பிளப்பு வினையின்போது எஞ்சும் விளை பொருள்களில் பெரும்பான்மையானவை கதிரியக்கம் கொண்டவையாய் இருக்கின்றன. இக்கதிரியக்கம் மனித இனத்திற்கும் பிற உயிரினங்களுக்கும் பல தீங்கு களை இழைக்க வல்லது. பொதுவாக மனித வாழ்நாள் காலத்தோடு ஒப்பிடும்போது மிகவும் நெடுங்கால வாழ் வுடையனவும் (எ.கா. யுரேனியம்-235 அரை வாழ்வு 71 கோடி ஆண்டுகள்), மிகக் குறுகிய வாழ்வுடை யனவும் (எ.கா. அயோடின்-அரைவாழ்வு 8 நாட்கள்) மனிதனுக்குக் கேடு விளைவிக்கக் கூடியன அல்ல. மேலும் கதிரியக்கம் வெளிப்புறத்திலிருந்து தாக்குமா னால் காமாக் கதிர்கள் அதிகம் தீங்கிழைப்பனவாகவும் ஆல்ஃபா-கதிர்கள் குறைவாகத் தீங்கிழைப்பனவாகவும் இருக்கும்; தாக்குதல் உட்புறத்திலிருந்து நிகழுமானால் இது நேர் மாறாக இருக்கும்.

கருப்பிளப்பு விளைபொருள்களில் ஸ்டிரான்ஷியம்-90ம், சீசியம்-137ம் கேட்டினை விளைவிக்கக் கூடியன. பிளப்புச் செயலின்போது அணுஉலைகளில் இவை யிரண்டும் அதிகமாகவும், சம அளவிலும் தோற்றுவிக் கப்படுகின்றன. கருப்பிளப்பு விளை பொருள்களில் இவற்றின் பங்கு 5.5 சதவீதமாகும். ஸ்டிரான்ஷியம்-90 ஏறக்குறைய 30 சதவீதம் உடலால் உட்கவரப்பட்டு எலும்புகளில் அடர்த்தியாகச் செறிகின்றது. ஸ்டிரான் சியம்-90 சிதையும்போது இரு பீட்டா - கதிர்களை வெளிவிடுகின்றது. இதனால் எலும்புகள் கிளர்ச்சியுறு கின்றன. அதனால் எலும்புப் புற்றுநோய், எலும்பு மஜ்ஜையில் இரத்த அணுக்களின் உற்பத்தி பாதிப்பு போன்றவை ஏற்படுகின்றன. சீசியம்-137 முழுதும் உடலால் உட்கவரப்பட்டு உடலின் பல பாகங்களிலும் ஒரே சீராகப் படிகின்றது. சீசியம்-137 ஆற்றல் மிக்க ஒரு காமா - கதிரை வெளிவிடுகின்றது. இதனால் அப் பகுதி சேதமடைகின்றது. அது இனப்பெருக்கத்தைச் சார்ந்த செல்களைப் பாதித்துத் திரிவுறச் செய்கின்றது. மரபியல் சார்ந்த இப்பாதிப்பு வழிமுறையினரையும் தொடரக் கூடியதாக இருக்கின்றது. எனவே கழிவாக அணுஉலையிலிருந்து நீக்கம் செய்யப்படும் பொருள் களை மிகவும் பாதுகாப்பாகக் கையாளவேண்டும். அணுஆற்றல் வளர்ச்சி பெற்றுவரும் இந்நாளில் அணுக் கருக் கதிர்வீச்சுப் பாதுகாப்பு மிகவும் முக்கியமான தாகும்.

பொதுவாக அதிகச் செறிவுள்ள கதிர்வீச்சுகள் மட்டுமே குறிப்பிட்ட சில பொருள்களை அழிவடையச் செய் கின்றன. சில பொருள்கள் கதிர்வீச்சுகளின் தாக்குதலைத் தாங்கிக் கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அலுமி னியத்தையும், துருப்பிடிக்காத எஃகையும் (Stainless steel) சொல்லலாம். அதிகச் செறிவுள்ள கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தினாலும் அவற்றின் பண்புகள் அதிகமாக மாறுவதில்லை. ஆகவேதான் அணுஉலை போன்ற அதிகக் கதிர்வீச்சுக்குட்படும் பகுதிகளில் கட்டுமானப் பணிகளுக்கு இந்த இரண்டு உலோகங்களும் பயன்படுத் தப்படுகின்றன.

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சுப் பாதுகாப்பு (Nuclear radiation protection)

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சுகள் உயிரினங்களுக்குத் தீய விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இக்கதிர்வீச்சுகள் நம்மீது படும்போது நம் உடலிலுள்ள திசுக்களையும் உயிரணுக்களையும் அழிவுபடுத்துகின்றன. ஆற்றல்மிக்க காமா-கதிர்களும் நியூட்ரான்களும் அதிக அழிவை விளைவிக்கின்றன. கதிர்வீச்சு செறிவு மிக்கதாயிருப் பின் மனிதனையே கொல்லக்கூடும். எனவே, அணு உலைகளிலும் கதிரியக்கப் பொருள்களைப் பயன் படுத்தும் ஆய்வுக் கூடங்களிலும் நம் உடல் மீது படும் கதிர்வீச்சின் அளவைக் குறைக்கத் தக்க காப்பு நட வடிக்கைகளை மேற்கொள்ளவேண்டும். இதனை மன தினில் கொண்டு, அறிவியலறிஞர் அணுக்கருக் கதிர் வீச்சிலிருந்து நம்மைக் காக்கத் தக்க வழிமுறைகளை வகுத்துள்ளார்கள்.

கதிரியக்க மூலம் இருக்குமிடத்தைச் சுற்றிக் கதிர் வீச்சு வெளிவராவண்ணம், ஈயத்தடுப்புச் சுவரும் அதிகத் தடிமனுள்ள கற்காரைச் சுவர்களாலான அறை யும் கட்டவேண்டும். கதிரியக்க மூலத்திற்கும் அதனைக் கையாள்பவருக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவை அதிக ரிக்கவேண்டும். இதனைச் 'சேய்மைநிலைக் கட்டுப் பாடு' (Remote control) அமைத்துப் பெறலாம். கதிரி யக்கப் பொருள்களைக் கையாள்பவர் தக்க தடுப்புக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும். அவர் தக்க பாது காப்புச் சட்டை, காலுறைகளை அணிய வேண்டும். கதிரியக்கப் பொருள் தோலில் படாவண்ணம் இருக்க இரப்பர் கையுறை அணிய வேண்டும். அவர் கதிரியக் கப் பகுதியிலிருந்து வெளியேறும் போது அவற்றைக் கழற்றி விட்டுக் குளிர்ந்த நீரில் குளிக்கவேண்டும். அவர் கதிரியக்கத்தினால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளாரா என்ப தனைத் தக்க கருவிகள் கொண்டு கண்காணித்த பின் தான் வீடு திரும்ப வேண்டும்.

மேலும், கீழ்க்கண்ட பொதுவிதிகளைக் கதிரியக்கப் பொருள்களிருக்குமிடங்களில்கடைப்பிடிக்கவேண்டும். அவ்விடங்களில் உணவுப் பொருள்களைச் சமைப்பதோ அல்லது உண்ணுவதோ கூடாது. அங்கு புகை பிடிக்கக் கூடாது. அந்த அறையில் கதிர்வீச்சு பாதுகாப்பான அளவிற்குள் உள்ளதா என்பதைக் 'கதிரியக்கக் கண்டுணர்' கருவிகள் மூலம் தொடர்ந்து கண்காணிக்க வேண்டும்.

மேற்கூறிய பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளை மேற் கொண்டு அணுக்கருக் கதிர்வீச்சைத் தக்க பாதுகாப் புடன் கையாண்டால் அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் முழுப் பயனையும் அடையலாம்.

சி.எஸ்.இரா.

நூலோதி

1. **John F. Hogerton, "*The Atomic Energy Desk Book*"**, Chapmen & Hall Ltd., London-1963.

2. **Alan M. Jacobs etal.** *"Basic Principles of Nuclear Science and Reactors"*, D. Van Nostrand company, New Jersey-1960.

3. **McGraw-Hill** *"Encyclopaedia of Science and Technology"* Vol-II 1980.

4. *Encyclopaedia Britannica*, Volume-18. Britannica Corporation, Chicago 1985.

அணுக்கருக் காந்த அலகு

அணுக் கருக்கள் அனைத்தும் புரோட்டான், நியூட்ரான் என்ற அடிப்படைத் துகள்களால் கட்டப்பட்டுள்ளன. அணுக்கருவினுள் இவை பல சிறிய வட்டப் பாதைகளில் வலம் வந்த வண்ணமாக இருப்பதால், வட்டப்பாதை இயக்கம் காரணமாக ஒரு கோண உந்தத்தையும், அவற்றின் தற்சுழற்சி காரணமாக ஒரு கோண உந்தத்தையும் அணுக்கருவிற்குப் பெற்றுத் தருகின்றன. அணுக்கருவின் மொத்தக் கோண உந்தமே அதன் தற்சுழற்சி எனப்படுகின்றது. அணுக்கருவின் தற்சுழற்சியே அதன் காந்தப் பண்புகளுக்குக் காரணமாக இருக்கின்றது. அணுக்கருவின் தற்சுழற்சியினால், அதன் அகக் கட்டமைப்பில் உள்ள மின்னேற்றம் ஒரு வட்டப் பாதையில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. ஒரு வட்டக் கம்பியின் வழியே மின்சாரம் செல்லும்போது அதைச் சுற்றிக் காந்தப்புலம் ஏற்படுவதைப்போல, அணுக்கருவைச் சுற்றியும் ஒரு நுண்ணிய காந்தப்புலம் ஏற்படுகின்றது. அணுக்கருவின் இக் காந்தப் புலத்தை அதன் காந்தத் திருப்புமையால் குறிப்பிடுவது வழக்கம். இக்காந்தத் திருப்புமை அணுக் கருவின் தற்சுழற்சிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கின்றது.

I என்ற சுழற்சியுடைய அணுக்கரு பெற்றிருக்கும் காந்தத் திருப்புமையைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\mu_I = I\,\mu_N$$

சோதனையின் வாயிலாகக் கண்டறிந்த மதிப்புகள், சற்று வேறுபட்டு இருப்பதால், இத்தொடர்பில் ஒரு திருத்தத்தை ஏற்படுத்துவது அவசியமாயிற்று. திருத்தப்பட்ட தொடர்பை

$$\mu_I = g\,I\,\mu_N$$

என எழுதலாம். இதில் g என்பது திருத்தக் கூறாகும். இதை லாண்டே பிரிவுக்கூறு (Lande splitting factor) என்று கூறுவர். தனித்த சுற்றுப் பாதை கோண உந்தத்திற்கு g இன் மதிப்பு *1*; தனித்த தற்சுழற்சிக் கோண உந்தத்திற்கு g இன் மதிப்பு *2*; பல அணுக்கருத் துகள்களின் கோண உந்தங்களின் வெக்டர் கூடுதலால் விளையும் அணுக்கருத் தற்சுழற்சிக்கு g இன் மதிப்பு சற்று வேறுபட்டதாய் இருக்கும். μ_N என்பது அணுக் கருக் காந்த அலகாகும் (Nuclear magneton). தற்சுழற்சி காரணமாக, தன்னிச்சையான ஒரு புரோட்டான் பெற்றிருக்கும் காந்தத் திருப்புமையை அணுக்கருக் காந்த அலகாகக் கொள்ளலாம். இதன்படி

$$\mu_N = \mu_o\left(\frac{e\hbar}{2m_p}\right)$$

$$= 3.15\times10^{-8}\ \text{ev-m}^2\ /\text{Weber}$$

இதில் μ_o வெற்றிடத்தில் காந்த உட்புகு திறனையும் e புரோட்டானின் மின்னூட்டத்தையும், $\hbar$ $(h/2\pi)$ சீர்திருத்தப்பட்ட பிளாங்கின் மாறிலியையும், m_p, புரோட்டானின் ஓய்வு நிலை நிறையையும் குறிப்பிடுகின்றன.

புரோட்டானும் எலக்ட்ரானும் சம அளவு மின்னூட்டத்தைப் பெற்றிருந்த போதிலும் அவற்றின் நிறைகளில் மிகுந்த வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. இதனால் அணுக்கருக் காந்த அலகு, எலக்ட்ரான் தற்சுழற்சி காரணமாக ஏற்படும் காந்தத் திருப்புமையைவிட (இதை போர் மாக்னெட்டான் என அழைப்பார்கள்), *1836* மடங்கு குறைவாக உள்ளது. அணுக்கருவின் காந்தத் தன்மை இப்படி நுண்ணிய அளவினதாக இருப்பதால், சாதாரணமாக அதைப் பகுத்துணர முடிவதில்லை.

அணுக்கருக் காந்தப் புலத்தில் புறவெளியில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் இடையீட்டு வினை புரிவதால், அதன் ஆற்றல் நிலைகள் மிக நுண்ணிய அளவில் மாறுதலுக்கு உள்ளாகின்றன. இதனால் அணு நிறமாலையில் மீநுண்வரி அமைப்பு (Hyper fine structure) ஏற்படுகின்றது.

அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு (Nuclear magnetic resonance) ஏற்படுவதற்கும் அணுக்கருவின் காந்தப் புலமே காரணமாக அமைகின்றது. அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு முறையினால் மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்பைப் பகுத்தாய முடிகின்றது என்பதால், இம்முறை ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு மிகவும் பயனுள்ளதாக விளங்குகின்றது. மிகப் பெரிய உயிரியல் மூலக்கூறுகளுக்கும் அணுக்கருக்காந்தஒத்ததிர்வு முறைபொருந்தி வருவதை இப்போது கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். அதனால் அணுக்கருக்காந்த ஒத்ததிர்வு நோயறி முறைகளிலும் மருத்துவர்களினால் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது.

இரா. வி.

1. **Allex. E.S. Green.** *'Nuclear Physics'*, McGraw Hill Book Company, New york *1955*.

2. **R.R.Roy and B.p. Nigam,** *'Nuclear physics (Theory and experiment)* - John wiley & Sons Inc., London *1967*.

3. **M.A. Preston.** *Physics' of the Nucleus'*, Massachusetts Addison-Weiley Publishing Company, Inc., *1962*.

அணுக்கருச் சிதறல்

ஓர் அணுக்கருவின் மீது ஒன்று அல்லது அதற்கு அதிக மான துகள்கள் (Particles) மோதித் திசை திரும்பு தலுக்கு அணுக்கருச் சிதறல் (Nuclear scattering) என்று பெயர். இத்தகைய ஆய்வுகள் சிதறல் கொள்கை களைச் சரி பார்க்கவும் மற்றும் அணுக்கரு அல்லது மூலக்கூறு விசைகளின் தன்மைகளை அறியவும் பெரி தும் பயன்படுகின்றன.

மோதல்களின் வகைப்பாடு (Classification of collisions)

ஓர் எறிபொருள் (Projectile), எடுத்துக்காட்டாக ஒரு நியூட்ரான் ஓர் இலக்கு அணுக்கருவின் (Target nuclei) மீது நேரிடையாக மோதும்போது இரண்டிற்கும் இடையில் ஆற்றல் இழப்பு உண்டாகவில்லையெனில் அந்த மோதலுக்கு மீட்சிச் சிதறல் (Elastic scattering) என்று பெயர். மீட்சிச் சிதறலில் மோதலுக்கு உள் ளான அணுக்கருவும் மோதுகின்ற எறிதுகளும் தத்தம் இயக்கவாற்றலைப் பகிர்ந்து கொள்கின்றனவே தவிர, அணுக்கரு வினையை நிகழ்த்துவதில்லை. இத்தகைய மோதல்களில் அதிகத் திசை வேகமுடைய நியூட்ரான் களின் திசை வேகங்கள் குறைந்து விடுகின்றன. எனவே அணு எண் குறைவாக உள்ள இலேசான தனிமங்களை (Light elements) அதிகத் திசை வேகமுடைய நியூட் ரான்கள் தாக்கினால், இந்த மீட்சிச் சிதறலில் அவற் றின் திசை வேகங்கள் மிகுதியாகக் குறைந்துவிடுகின் றன. நீர், பாரபின், கிராபைட் போன்ற ஊடகங் களின் (Medium) வழியாக அதிகத் திசை வேகம் கொண்ட நியூட்ரான்கள் செலுத்தப்பட்டால், அவற் றின் திசை வேகங்கள் குறைந்துவிடுகின்றன. இத் தத்துவத்தைக் கொண்டே, அணு உலைகளில் (Nuclear reactor) மேற்கூறிய பொருள்களை மட்டுப்படுத்தி களாகப் (Moderator) பயன்படுத்துகிறார்கள். மீட்சிச் சிதறலின் போது இலக்கு அணுக்கருவின் தொடக்கம் மற்றும் இறுதி நிலைகள் ஒத்த தன்மையானதாக இருக்கும்.

அணுக்கருச் சிதறல் ஆய்வின்போது எறிபொருளுக் கும், அணுக்கரு இலக்கிற்கும், இடையில் ஆற்றல் இழப்பு ஏற்பட்டால், அந்தக் குறிப்பிட்ட மோதல் 'மீட்சியிலாச் சிதறல்' (Inelastic scattering) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. மீட்சியிலாச் சிதறலில் எறி துகளின் இயக்க ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை மோதலுக்குட் பட்ட அணுக்கரு பகிர்ந்து கொள்கிறது. இந்த ஆற்ற லைத் தன்னிடம் ஈர்த்துக் கொண்டபின், அணுக்கரு தன் ஆற்றலின் அடிமட்டத்திலிருந்து கிளர்வுற்று உயர் ஆற்றல் மட்டத்தைப் பெறுகின்றது. இத்தகைய சிதறல்கள் பெரும்பாலும் கனமான தனிமங்களில்தான் நிகழ்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கற்றை நியூட்ரான்கள் ஒரு காரீய இலக்கின் (LEAD TARGET) மீது படுவதாக வைத்துக் கோள்வோம். அப்போது கீழ்க்கண்டுள்ள ஏதோ ஒரு செயல் முறை நடக்கலாம்.

$$82\ pb^{208} + \longrightarrow 82\ pb^{208} + n$$ (மீட்சித் சிதறல்)

$$\longrightarrow 82\ pb^{208} + n^{1}$$ (மீட்சி யிலாச் சிதறல்)

மீட்சியிலாச் சிதறலில் ஒரு காமாக் கதிர் (γ - ray) வெளிவரும். உட்கவரப்படும் (Absorption) நியூட்ரான், ஆற்றலை இழந்து அந்த ஆற்றல் காமாக் கதிராகத் தோன்றுவது மீட்சியிலாச் சிதறலுக்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும்.

அணுக்கரு அளவும் வடிவமும் (Nuclear size and shape)

மின்னூட்டம் பெற்ற (Charged) ஆல்பா – துகள் கள் (Particles) ஓர் அணுக்கருவைத் தாக்கும்போது உண்டாகும் சிதறலுக்கு 'கூலும் சிதறல்' (Coulomb scattering) என்று பெயர். இந்த உண்மையை அடிப் படையாகக் கொண்டு ரூதர்போர்டு (Rutherford) என்பார் அணுவின் மொத்த நிறையும் மற்றும் அதன் அனைத்து மின்னூட்டமும் அணுவின் உள்ளகத்தில் ஏறக்குறைய 10^{14} மீட்டர் ஆரமுள்ள பகுதியில் அடங்கியுள்ளன என்று கண்டறிந்தார். இதனையே நாம் தற்போது அணுக்கரு என்று கூறுகிறோம். அதற் குப் பிறகு அறிவியலறிஞர் பலர் அணுக்கரு அமைப் பையும், ஆரத்தையும் கண்டறியப் பல்வேறு முறை களைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

அணுக்கருச் சிதறல் ஆய்வுகள் (Nuclear scattering experiments)

எலக்ட்ரான்கள், நியூக்ளியான்கள், ஆல்பா - துகள் கள் மற்றும் மெசான் துகள்கள் போன்றவை அணுக் கருவில் மோதுவதால் தத்தம் திசையிலிருந்து விலகிச் செல்கின்றன. இத்தகைய ஆய்வுகளுக்கு அணுக்கருச் சிதறல் ஆய்வுகள் என்று பெயர். மேற்கூறிய ஆய்வு களின் மூலம், சிதறிச் செல்லும் துகளின் தன்மை, சிதறல் மையம், மற்றும் அவற்றிற்கிடையேயான விசை கள் பற்றி நாம் விரிவாக அறிந்து கொள்ளமுடிகிறது. அதிக ஆற்றல் கொண்ட துகள் முடுக்கிகளால் (Particle accelerator) நடைபெறும் அணுக்கருச் சிதறல் ஆய்வு களின் மூலம் பருப்பொருள்களின் இயலமைப்பைப் பற்றி அறிய முடிகின்றது.

அணுக்கரு வினை நிகழ் வாய்ப்பு(Nuclear Cross Sections)

அணுக்கரு இடையீட்டு வினைகளைப் (Nuclear inter- actions) பற்றி ஆராய ஒரு குறிப்பிட்ட இடையீட்டு வினைக்கான நிகழ்திறனை (Probability) அறிவது இன்றியமையாததாகும். ஓர் அளவு குறிப்பிட்ட வினைக்கு அணுக்கரு உள்ளாகும் வாய்ப்பு அணுக்கரு வினை நிகழ் வாய்ப்பு (Cross section) எனப்படுகிறது.

அணுக்கரு வினை நிகழ் வாய்ப்பு 'σ' என்னும் எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகின்றது. அணுக்கரு வினை நிகழ் வாய்ப்பினைத் தாக்கு துகள் ஒன்றிற்கு ஓர் அணுக்கரு அளிக்கும் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு அல்லது இலக்குப் பரப்பு என்று கொள்ளலாம். அணுக்கருக்களை R ஆரங் கொண்ட கோளங்களாகவும், தாக்கு துகள்களைப் புள்ளியளவுத் துகள்களாகவும் கொண்டால் அணுக்கருக்கள் அளிக்கும் வாய்ப்பு $\sigma = \pi R^2$ ஆகும். இது வடிவியல் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பாகும். (Geometrical cross section). உண்மையில் வினைநிகழ் வாய்ப்பு தாக்கு துகளின் செறிவு மற்றும் ஆற்றலைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது. அதன் மதிப்பு வடிவியல் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பிலிருந்து சற்று மாறுபட்டது.

அணுக்கரு வினைநிகழ் வாய்ப்பானது பரப்பளவுக்கான பரிமாணங்களைப் (Dimensions) பெற்றுள்ளது. அணுக்கரு வாய்ப்பினைக் குறிக்கப்பயன்படும் அளவு 'பான்' (Barn) என்பதாகும். ஒரு பான் என்பது 10^{-28} மீ^{2} அளவுள்ளதாகும்.

ஓர் இணையாக்கப்பட்ட கற்றைத் துகள்கள் ஓர் இலக்கின் அணுக்கருவைத் தாக்குவதாக வைத்துக் கொள்வோம். அப்போது அத்துகள்கள் அணுக்கருவுடன் இடையீட்டு வினைபுரிகின்றன. இடையீட்டு வினையின் விளைவு சிதறலாகவோ, உட்கவரலாகவோ இருக்கலாம். அப்போது அந்தக் கற்றைத் துகள்களின் செறிவிலோ (Intensity) அல்லது ஆற்றலிலோ அல்லது இரண்டிலுமோ குறைவு ஏற்படுகின்றது. அணுக்கரு இடையீட்டு வினைக்குப் பின் வெளிவரும் கற்றையை ஆய்வதன் மூலம் தெளிவான முடிவுக்கு வரமுடியும். படு கற்றை சிறிய புள்ளிகள் போன்ற துகள்களால் ஆனது என்று வைத்துக் கொள்வோம். அத்துகள்கள் நேருக்கு நேர் இலக்கு அணுக்கருவைத் தாக்கினால் அங்கு ஓர் இடையீட்டு வினை நடைபெறுகின்றது. அத்துகள்கள் அணுக்கருவை நேரிடையாகத் தாக்க இயலாமல் சென்றால், அவை எவ்வகை மாற்றமுமின்றி வெளிவருகின்றன. எனவே படுதுகள்களின் ஆற்றலைப் பொறுத்து அணுக்கரு வினைநிகழ் வாய்ப்புகள் மாறுகின்றன. அணுக்கரு இடையீட்டு வினைகளைக் கொண்டு அணுக்கரு வினைநிகழ் வாய்ப்பினைப் பகுப்பு வினைநிகழ் வாய்ப்பு (Differential cross section) மற்றும் கூடுதல் வினைநிகழ் வாய்ப்பு (Total cross section) என்று இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். தாக்குதலுக்குப் பின் சிதறி ஓடும் துகள்களின் கோணப் பங்கீட்டுத் திறத்தைத்திண்மக் கோணத்தின் (Ω) அடிப்படையில் வரையறுப்பது பகுப்பு வினை நிகழ் வாய்ப்பாகும். இதை $d\sigma/d\Omega$ என்று குறிப்பிடுவார்கள். இதில் இருந்து வினைநிகழ்வு வாய்ப்பினை மதிப்பிடலாம்.

$$\sigma = \int \left(\frac{d\sigma}{d\Omega} \right) d\Omega.$$

அணுக்கரு இடையீட்டு வினை தொடர்ந்து செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள், அணுக்கரு வினை நிகழ் வாய்ப்பு பற்றிய உண்மைகளைத் தெரிவிக்கக் கூடியனவாக இருக்கின்றன.

(1) ஒரு குறிப்பிட்ட அணுக்கரு வினைகளுக்கு வேறுபட்ட வினைநிகழ் வாய்ப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது.

(2) வினை நிகழ் வாய்ப்பு பொதுவாக, தாக்கு துகளின் ஆற்றல் அதிகரிக்க அதிகரிக்கின்றது. தாக்கப்படும் அணுக்கருவின் மின்னழுத்த அரணுக்கும் ஒப்பான ஆற்றலைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது, வினை நிகழ் வாய்ப்பு தாக்கு துகளின் ஆற்றலுக்கு ஏற்ப அதிகரிப்பதில்லை.

தாக்கு துகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலுடையதாக இருக்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட வினை நிகழ் வாய்ப்பு அதிகமாக இருக்கின்றது. இது ஒத்ததிர்வு எனப்படும்.

(3) நியூட்ரான்கள் அணுக்கருவின் மின்னழுத்த அரணை உணர்வதில்லை என்பதால் நியூட்ரானுக்கு உட்கவர் வினை நிகழ் வாய்ப்பு, அதே அளவு ஆற்றலுடைய பிற மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்களைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கின்றது.

(4) வினை நிகழ் வாய்ப்பு தாக்கப்படும் அணுக்கருவின் நிறை எண் அதிகரிக்கக் குறைகின்றது.

அணுக்கருச் சிதறல் முறைகள் (Scattering methods)

மீட்சிச் சிதறல் வாய்ப்புகளில் இருந்து அணுக்கருவின் ஆரத்தைக் கணக்கிடலாம். இதற்காக ஒற்றை ஆற்றல் (Monoenergetic) கொண்ட துகள் கற்றைகள் முடுக்கி மூலம் பெற்று பலவிதமான அணுக்கரு ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன. ஆய்வுகளிலிருந்து பெறப்படும் முடிவுகள் பலவகையான அணுக்கரு படிவமைப்புகள் (Nuclear models) கொண்டு விளக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் மிகச் சிறந்த படிவமைப்பாக ஒளியியல் படிவமைப்பு (Optical Model) விளங்குகிறது. மிக அதிகமான ஆற்றல் நிறைந்த புரோட்டான்கள் அணுக்கருவில் போதும்போது புரோட்டான்களுக்கும் அணுக்கருவில் கட்டற்றுள்ள (Unbounded) நியூக்ளியான்களுக்கும் இடையில் இடையீட்டு வினைகள் நடைபெறுகின்றன. இவ்வகையான உயர்ந்த ஆற்றல் நிலைகளில் அணுக்கரு ஆய்வுகள் மூலம் அணுக்கருவின் உள்ளேயுள்ள நியூக்ளியான்களின் அடர்த்தியையும் (Density) அதன் பங்கீட்டையும் (Distribution) அறியலாம்.

குறைவான ஆற்றலில் நியூட்ரான்-புரோட்டான் சிதறல்

நியூட்ரான்-புரோட்டான் சிதறல் வாய்ப்பு குறைந்த ஆற்றல்களிலும் மற்றும் அதிக ஆற்றல்களிலும் விரிவாக

ஆராயப்பட்டது. சிதறல் வாய்ப்பு கணிசமான அளவிற் குப் படுநியூட்ரான்களின்ஆற்றலைச் சார்ந்துள்ளது. 10 மி.எ.வோ.க்கும் குறைவான ஆற்றல்களில், சிதறலானது கோண உந்தம் (Angular momentum) சுழியாக உள்ள நியூக்ளியான்களால் ஏற்படுகிறது. எனவே, சிதறலுறும் நியூட்ரான்கள் கோணப் பங்கீடு (Angular distribution) திசையொப்புப் பண்பியலானதாக (Isotropic) இருக்கும். கன அய்ட்ரசனின் அணுக்கருவான நியூட்ரான்கள், நியூட்ரான்களை விட இரு மடங்கு எடையுள்ளன. காமா கதிர்களை டியூட்ரான்கள் மேல் செலுத்தினால் அவை புரோட்டானாகவும் நியூட்ரானாகவும் பிரிகின் றன. ஒவ்வொருடியூட்ரானும் ஒரு புரோட்டான் மற்றும் ஒரு நியூட்ரான் ஆகியவற்றால் ஆனது என்று எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. மேற்கூறிய தற்கோளைக் கொண்டும் ஆய்வின் மூலம் அளவிடப்பட்ட டியூட்ரான் பிணைப்பாற்றலைக் கொண்டும் அணுக்கரு விசைகளின் அளவினை அறிய முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. ஓர் எ.வோ. ஆற்றலுடைய குறைவேக நியூட்ரான்களைக் கொண்டு நியூட்ரான்-புரோட்டான் சிதறல் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. இந்த ஆய்வுகளில் அணுக்கரு விசை கள் நெடுக்கம் குறைவாக இருப்பதால், மேற்கூறிய ஆய்வுகளைப் பொதுவான குவாண்டம் இயக்கவியல் கோட்பாட்டைக் (Quantum mechanics theory) கொண்டு எளிதாக விளக்க முடிகிறது.

குறைவான ஆற்றலில் புரோட்டான்-புரோட்டான் சிதறல்

நியூட்ரான்-புரோட்டான் சிதறல் ஆய்வுகளைவிடப் புரோட்டான்-புரோட்டான் சிதறல் சோதனைகளைச் செய்வது பல வழிகளில் எளிதாக உள்ளது. முதலாவ தாக, தனித்த ஆற்றல் மிக்க புரோட்டான் கற்றை களைப் பல்வேறு முடுக்கிகளிலிருந்தும் பெறுவது எளி தாகின்றது. மேலும், புரோட்டானின் அயனியாக்கும் திறத்தைக் கொண்டு அதன் ஆற்றலை அளக்க முடி கிறது. கூலுமின் எதிர்த்துத் தள்ளும் விசையால் (Coulomb's repulsive force) புரோட்டான்-புரோட் டான் சிதறல் மற்றும் நியூட்ரான்-புரோட்டான் சிதற லும் வேறுபடுகின்றன.

அதிக ஆற்றலில் நியூட்ரான்-புரோட்டான் மற்றும் புரோட் டான்-புரோட்டான் சிதறல்

அதிக ஆற்றலில் படுதுகளின் அலை நீளம் (Wave length) மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் அணுக்கரு இடையீட்டு வினையின் பலத்தை மிகத் துல்லியமாக ஆராய முடிவதில்லை. தனித்த ஆற்றலுள்ள நியூட் ரான் கற்றைகள் கிடைக்காத காரணத்தால் நியூட்ரான் களைப் பொறுத்தவரை இந்த ஆய்வு மிகவும் சிக்கலாக உள்ளது. இருப்பினும், தனித்த ஆற்றலுள்ள புரோட் டான்கள் ஓரளவுக்கு எளிதான முறையில் கிடைக் கிறது. எனவே புரோட்டான் - புரோட்டான் சிதறல் களைக் குறைந்த அளவு ஆற்றல்களிலிருந்து அதிக அளவு ஆற்றல்கள்வரை அளக்கலாம். அதிக ஆற்றல் நிலைகளில் சிதறல் வாய்ப்புக்களைப் பாலி எதிலின் மற்றும் நீர்ம அய்ட்ரஜன் ஆகியவற்றைக் குறைப்பான் களாகக் கொண்டு அளவிடலாம் ஆற்றல் 300 Mev-க் கும் கீழே சிதறல் மீட்சியுள்ளதாக இருப்பது கண்டறி யப்பட்டது. அந்நிலையில் கூடுதல் வாய்ப்புகளைப் பகுப்பு வினை நிகழ் வாய்ப்புகளைக் கொண்டு கணக் கிடலாம். மேலும், அதிக ஆற்றல்களில் நியூக்ளியான் கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையும்போது எண்ணற்ற அளவில் மெசான்கள் (Mesoans) வெளிவருவதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். 440 Mev ஆற்றலுக்கு மேல் மெசான் உற்பத்தி மிகவும் சிறந்த பங்கை வகிக்கின்றது. வழக்கமாக, இந்த ஆற்றல் நிலையில் சிதறல் ஆய்வுகள் ஒளியியல் வடிவமைப்பு (Optical model) என்ற வடி வமைப்பின் மூலம் விளக்கப்படுகின்றன.

எலக்ட்ரான்-நியூக்லியான் சிதறல் :

அய்ட்ரஜன் மூலம் எலக்ட்ரான் சிதறலை ஏற்படுத்தி அதனை விரிவாக ஆராயலாம். 200 Mev முதல் 500 Mev வரையிலான ஆற்றல்களில் எலக்ட்ரான்-நியூக்லி யான் சிதறல் ஏற்படுகிறது. இதன் மூலம் அணுக்கரு விசை பற்றிய செய்திகள் நமக்கு விளக்கமாகக் கிடைக் கின்றன. உயர்வேக எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டு அணுக்கருத்துகள்களைத் தாக்கி, அதன் அகக் கட் டமைப்பையும் நிறுவலாம். முரணிய சிதறல்கள், அணுக்கருத்துகளின் கட்டமைப்பில் குவார்க்குகள் இருக்கலாம் என்பதைப் புலப்படுத்துவதாய் இருக்கின் றன. குவார்க்குகள் அடிப்படைத் துகள்களுக்கெல்லாம் அடிப்படையாய் இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகின்ற அடிப்படைத் துகளாகும்.

தை.ம.

நூலோதி

1. இரா. நாகராசன், 'நியூட்ரான் இயற்பியல்', தமிழ் நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம், 1973.
2. கோ. பாலசுப்பிரமணியன், 'அணுக்கரு இயற் பியல்', தமிழ் நாட்டுப்பாட நூல் நிறுவனம், 1977
3. டாக்டர் இரா. சபேசன், 'அணுக்கருவியல்', தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், 1976.
4. Robley, D. Evans, '*The Atomic Nucleus*', McGraw-Hill Book Company, New york 1970.
5. Allex. E.S. Green, '*Nuclear Physics*', McGraw-Hill Book Company, New york 1955.

அணுக்கருத் திருப்புமை

அணுக்கருத் துகள்கள் (Nucleons) (புரோட்டான், நியூட்ரான்) குறிப்பிட்ட சுற்றுப் பாதையில் (Fixed orbits) இயங்குவதாலும், அவற்றின் தற்சுழற்சியாலும் (Spin) அணுக்கருக்காந்தத் திருப்புமையைப் (Magnetic moment) பெற்றுள்ளன. அணுக்கருத் திருப்புமையை (Nuclear moment) அளப்பதன் மூலம், ஒரு பொருளின் தன்மை, மூலக் கூறின் அமைப்பு (Molecular structure)

பிணைப்புகளின் பண்பு (Nature of bonds), அவற்றின் வலிமை (Strength) போன்ற விளக்கங்கள் தெரிய வருகின்றன.

ஒரு மின்னூட்டம் (Charge) இயங்கும்போது, மின்சாரம் (Electricity) பாய்கிறது. எலெக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவை அணுவிற்குள்ளேயோ அணுக்கருவினுள்ளேயோ ஒரு குறிப்பிட்ட சுற்றுப் பாதையில் இயங்குகின்றன. மேலும் தத்தம் அச்சில் (Axis) அவை தம்மைத் தாமே சுற்றிக் கொள்கின்றன (தற்சுழற்சி). மின்னூட்டத்தின் தற்சுழற்சியும் பாயும் மின்சாரத்துக்கு ஒப்பாகும். மின்சாரம் பாயும் போது காந்தப் புலம் உண்டாகிறது. எனவே இயங்கும், சுழலும் எலெக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான்-ஆகியவை காந்தப் புலனை உண்டாக்குகின்றன. இத்துகள்கள் (Particles) சிறு காந்தத்துக்கு ஒப்பாகும். இக்காந்தத்தின் வலிமையைக் காந்தத் திருப்புமை (μ) என்று அழைக்கின்றோம். காந்தத் திருப்புமைக்கு எண் மதிப்பும் திசையும் (Magnitude and direction) உண்டு. இவை ஒரு திசையன் (Vector) மூலம் குறிக்கப்படுகின்றன.

புரோட்டான் தன் காந்தத் திருப்புமையைக் கோண உந்தத்தாலும் (Angular momentum) தற்சுழற்சியாலும் பெறுகிறது. நியூட்ரானுக்கு நிகர (Net) மின்னூட்டம் இல்லை. எனவே இது சுற்றுப்பாதையில் இயங்கும் போது மின்சாரம் உண்டாவதில்லை. எனவே அதனால் உண்டாகும் காந்தப் புலமும் இல்லை. நியூட்ரான் தன் காந்தத் திருப்புமையைத் தற்சுழற்சியால் பெறுகிறது. அணுக்கருத்துகள்கள் சுழல் உந்தம், தற்சுழற்சி இவ்விரண்டிலிருந்தும் பெறும் காந்தத் திருப்புமையை மொத்தமாக அணுக்கருத்தற்சுழற்சி (Nuclear spin) என்று கூறுவது வழக்கம். அணுக்கருத் தற்சுழற்சி I என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. அதன் அளவு $I\frac{h}{2\pi}$. I-யின் மதிப்பு (Value) முழு எண் (Integral) அல்லது அரை எண் (Half-integral) (எடுத்துக்காட்டு, ½, 1, $\frac{3}{2}$,......)

$\frac{h}{2\pi}$ என்பது சுழல் உந்தத்தின் அலகு (Unit).

h ப்ளாங்க் மாறிலி (Planck's Constant)

($h = 6.026 \times 10^{-27}$ எர்க்கு. செக.) பொதுவாக, எழுதும்போது அணுக்கருத் தற்சுழற்சியை I என்று மட்டுமே எழுதுவோம். அதன் அலகான $\frac{h}{2\pi}$ விட்டு விடப்படும்.

அணுக்கருத் தற்சுழற்சி I ஆனால், அணுக்கருத்திருப்புமையைக் (μ_I) கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு (equation) கொண்டு கணக்கிடலாம்.

$$\mu_I = g_I \ \mu_N \ I$$

இங்கு gI = அணுக்கரு g காரணி (Nuclear of factor).

μ_N = நியூக்ளியர் மாக்னெடான் (Nuclear magneton). அணுக்கருத்திருப்புமை, நியூக்கிளியர் மாக்னெடான் (μ_N) என்ற அலகில் அளக்கப்படுகிறது.

$$1 \text{ நியூக்ளியர் மாக்னெடான்}, \ \mu_N = \frac{eh}{2m_p c}$$

இங்கு, e = எலெக்ட்ரானின் மின்னேற்றம் (Electronic charge)

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

m_p = புரோட்டானின் நிறை (Electronic charge)

C = ஒளியின் திசை வேகம் (Mass of photon)

1 நியூக்ளியர் மாக்னெடான் (NM) =

5.05038×10^{-24} எர்க்கு/காஸ் (erg / gauss)

புரோட்டானின் (காந்தத்) திருப்புமை = 2.793 NM

நியூட்ரானின் (காந்தத்) திருப்புமை = 1.913 NM

நியூட்ரானின் எதிர்த் திருப்புமை (Negative moment), எதிர் மின்னூட்டம் (Negative charge) நியூட்ரானின் தற்சுழற்சியின் திசையில் இயங்கி, அதன் திருப்புமைக்குக் காரணமாய் அமைந்துள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது. நியூட்ரானின் மையத்தில் உள்ள நேர் மின்னூட்டத்தைச் (Positive charge) சமன் செய்யும் எதிர்மிசான்கள் (Negative meson) நியூட்ரானின் விளிம்பில் (Periphery) செறிந்திருப்பது நியூட்ரானில் காணப்படும் எதிர் மின்னூட்டப் பகிர்வுக்கு ஒரு காரணமாய் இருக்கலாம்.

அணுக்கருத் தற்சுழற்சியின் மதிப்பு

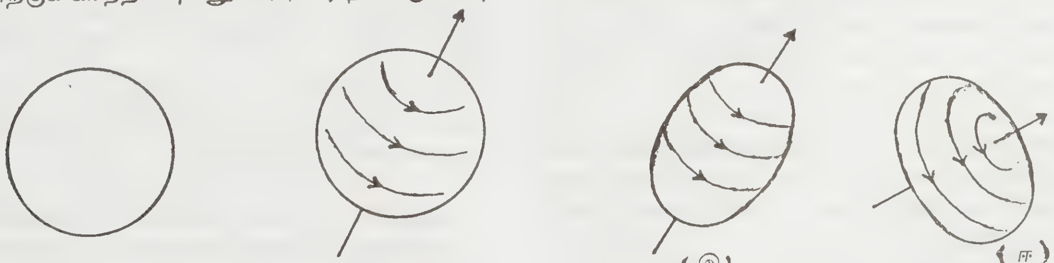
அணுக்கருத் துகள்கள் தங்களுக்குள் இணை சேர்வதால் (Pairing) தற்சுழற்சி (I) நீக்கம் ஆகிவிடுகிறது. இவ்வகை இணைப்பில் புரோட்டான் புரோட்டானுடனும், நியூட்ரான் நியூட்ரானுடனும் இணை சேரும் (Form pair). எடுத்துக்காட்டாக இரண்டு புரோட்டான்கள் தங்களுக்குள் இணை சேர்ந்தால் அவ்விரண்டு புரோட்டான்களின் மொத்தத் தற்சுழற்சி சுழி (Zero) ஆகும். ஓர் அணுக்கருவின் மொத்தத் தற்சுழற்சியைப் பெற எல்லாப் புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் தற்சுழற்சியைக் கூட்ட வேண்டும். அதில் இணை சேர்வதால் நீக்கம் பெறும் தற்சுழற்சியைக் கணக்கெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டானும் (p), நியூட்ரானும் (n) இரட்டைப் படை எண்ணாய் இருப்பின், அவ்வணுக்கருவின் மொத்தத் தற்சுழற்சி (I) சுழி. எடுத்துக்காட்டு, C^{12} (6p + 6n); O^{16} (8p + 8n)

அணுக்கருவில் ஒற்றைப்படை எண்ணுள்ள புரோட்டானோ அல்லது ஒற்றைப்படை எண்ணுள்ள நியூட்ரானோ இருப்பின், அவ்வணுக்கருவின் தற்சுழற்சி அரை எண்ணாய் (Half-integral) இருக்கும் (உ.ம். $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}$ ......) எடுத்துக்காட்டு, H^1 (1p+0n); B^{11} (5p+6n); O^{17} (8p+9n). அணுக்கருவில் உள்ள நியூட்ரான்கள், புரோட்டான்கள் இரண்டும் ஒற்றைப்படை எண்ணாய் இருப்பின், அவ்வணுக்கருவின் தற்சுழற்சி முழு எண்ணாய் இருக்கும் (காட்டு. 1, 2, 3, ...) எடுத்துக்காட்டு, H^2 (1p+1n); N^{14} (7p+7n). அணுக்கருவின் மொத்தத் தற்சுழற்சியின் பெரும மதிப்பு 9/2.

அணுக்கருவின் மொத்தத் தற்சுழற்சி சுழியாக இருந்தால் (Zero spin) (I=o) அதற்குக் காந்தத் திருப்புமை இல்லை ($\mu = 0$). எனவே, புற காந்தப் புலனால் ((External magnetic field) இவ்வணுக்கரு பாதிக்கப்படுவதில்லை. (படம்-1.அ.) காட்டு, C^{12}, O^{16}.........$\frac{1}{2}$ மதிப்பு தற்சுழற்சி கொண்டுள்ள அணுக்கரு ($I=\frac{1}{2}$) கோள வடிவில் மின்னூட்டம் பகிர்ந்தது போல் செயல்படுகிறது. இப்படிப்பட்ட அணுக்கருவை அணுகும் மின்னூட்டம் (Probing charge) எத்திசையிலிருந்து அணுகினாலும் (Direction of approach) ஒரு சீரான மின்புலத்தை (Uniform electric field) உணர்கிறது. (படம்-1 ஆ) இத்தகைய அணுக்கருவுக்குக் காந்தத் திருப்புமை உண்டு $\mu \neq 0$. எடுத்துக்காட்டு, H^1, C^{13}, F^{19}. அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி 1 அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட மதிப்புள்ளதாய் இருந்தால் ($I = 1, \frac{3}{2}$ இவ்வணுக்கரு. கோள வடிவல்லா மின்னூட்டப் பகிர்வு கொண்டது போல் செயல்படுகிறது. இவ்வகை அணுக்கருக்கள் தங்கள் அச்சில் நீள் வட்டமாய்ச் சுழல்வதாய் (Ellipsoidal spin) எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இதனால், இவ்வணுக்கருவை அணுகும் மின்னூட்டம் சீரில்லா மின்புலத்தை உணர்கிறது. இப்படிப்பட்ட அணுக்கருவிற்குக் காந்தப் புலனும் $\mu \neq 0$, நான்முனைத் திருப்புமையும் (Quadrupole moment) (Qe) உண்டு. (நான் முனைத் திருப்புமை என்பது, நான்கு புள்ளி மின்னூட்டம் (Point Charge) கோள வடிவல்லாமல் பகிர்ந்தது போன்ற நிலை). இப்படிப்பட்ட அணுக்கருவின் மின்னூட்டப் பகிர்வு பேரச்சுக்கோள உருவாகவோ (Prolate), சிற்றச்சுக்கோள உருவாகவோ (Oblate) இருக்கலாம். பேரச்சுக் கோள வடிவில் மின்னூட்டப் பகிர்வுள்ள அணுக்கருவின் (படம்-1இ) நான்முனைத் திருப்புமையின் மதிப்பைச் சுழிக்கு அதிகமாயும் (Qe>o), (காட்டு. H^2, N^{14}), சிற்றச்சுக் கோளவடிவில் மின்னூட்டப் பகிர்வுள்ள அணுக்கருவின் (படம்-1ஈ) நான்முனைத் திருப்புமையின் மதிப்பைச் சுழிக்குக் குறைவாகவும் (Qe<o) (உதாரணம், $O^{17}$$\underline{Cl}^{35}$) எடுத்துக் கொள்வது மரபு.

சுழலும் அணுக்கரு ஒரு காந்தத்தைப் போல் செயல்படுகிறது. இக்காந்தத் தன்மையுடன் தொடர்புள்ள ஓர் ஆற்றலும் (Associated energy) அதற்கு உண்டு. அணுக்கரு வேறு காந்த அல்லது மின் புலத்துடனோ வேறு வகை ஆற்றலுடனோ இடையீட்டு வினை புரியலாம் (Interact). இவ்விடையீட்டு வினைகள் (Interactions) அணுக்கருத் திருப்புமையை அளப்பதற்கு (Measuring) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. புறப் புலம் (External field) இல்லாதபோது அணுக்கரு ஓர் ஆற்றல் மட்டத்தில் (Energy level) இருக்கிறது. புறக்காந்தப் புலத்தில் (External magnetic field) அல்லது ஆற்றலில் (Energy) சுழலும் அணுக்கருவின் தொடக்க ஆற்றல் (Initial energy) மாறுகிறது. இதனால் சம ஆற்றல் மட்டங்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன (Split). இம்மாற்றத்தை ஆற்றல் மட்டப் பிரிவாக்கம் (Splitting of energy levels) என்று குறிப்பிடுகின்றோம். ஆற்றல் மட்டம் பிரிவாக்கப்பட்ட நிலையில், அணுக்கருவைக் குறைந்த (Lower) ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து அதிக (Higher) ஆற்றல் மட்டத்திற்குத் தாண்டச் செய்ய முடியும் (Jump). இதற்கு வேண்டிய ஆற்றலை அணுக்கருவிற்கு மின் காந்தக் கதிர்வீச்சு (Electromagnetic radiation) மூலம் கொடுக்க வேண்டும்.



(அ) $\mu = 0$ $Q_e = 0$ தற்சுழற்சியில்லா கோள வடிவ அணுக்கரு.

(ஆ) $\mu \neq 0$ $Q_e = 0$ கோள வடிவ தற்சுழற்சி கொண்ட அணுக்கரு

(இ) $\mu \neq 0$ $Q_e > 0$ நீள்வட்ட தற்சுழற்சி கொண்ட பேரச்சு அணுக்கரு.

(ஈ) $\mu \neq 0$ $Q_e < 0$ நீள்வட்ட தற்சுழற்சி கொண்ட சிற்றச்சு அணுக்கரு.

தனி அணுவில் திருப்புமை (Moment in free atom)

ஒரு தனி அணுவில் அணுக்கருத் திருப்புமையும் புற எலெக்ட்ரானின் (External electron) திருப்புமையும் இடையீட்டு வினை கொள்கின்றன. எலெக்ட்ரானின் திருப்புமை அணுத்துகள்களின் திருப்புமையைவிட 2000 மடங்கு அதிகமானது. இவ்விடை யீட்டு வினைச் செயலால் அணுவின் ஆற்றல் மட்டங்கள் பிரிக்கப்படு கின்றன. அணு அலைமாலையில் காணப்படும் வரிகள் (Lines) ஆற்றல் மட்டங்களைக் குறிக்கின்றன. அணு எலெக்ட்ரான் திருப்புமைகளில் இணைப்பால் (Coupling) அலைமாலையில் காணப்படும் வரிகள் வரித் தொகுதிகளாய்ப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இதனை மீநுண் வரிப் பிரிவாக்கம் (Hyper fine splitting) என்பர். மீநுண்வரியமைப்பிலிருந்து (Hyper fine structure) இதனை உண்டாக்கக் காரணமாய் இருந்த அணுக்கருத் திருப்புமையினைக் கணக்கிடலாம்.

மூலக்கூறில் திருப்புமை (Moment in Molecule)

மூலக்கூறில் அணுக்கள் பிணைப்புகள் (Bond) மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பிணைப்பு அயனிப் பிணை பாகவோ (Ionic bond) இணைப் பிணைப்பாகவோ (Covalent bond) இருக்கலாம். பிணைப்பின் தன்மை யைப் பொறுத்து, இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள் (Valence electron) இணை சேர்ந்தோ (Paired) அல்லது தனியாகவோ (Unpaired) இருக்கும். தனியாக இருப் பின் எலெக்ட்ரானின் திருப்புமை அணுக்கருத் திருப்பு மையுடன் இடையிடும். இது தனி அணுவில் காணப்படு வது போன்ற, ஆனால் சற்றுச் சிக்கலான செயல்பாடு.

மேலும், ஒரு குறிப்பிட்ட அணுக்கருவின் திருப்புமை அதன் சுற்றுப்புற (Neighbouring) அணுக்களைப் பொறுத்தது. எடுத்துக்காட்டாக, இதைல் ஆல்கஹால் (Ethyl alcohol) CH_3 CH_2 OH என்ற மூலக்கூறில் மூன்று விதமான H அணுக்கள் உள்ளன. முதலாவது, CH_3 தொகுதியுடன் (Group) உள்ள H அணு; இரண் டாவது, CH_2 தொகுதியுடன் உள்ள H அணு; மூன்றா வது OH தொகுதியுடன் உள்ள H அணு. எனவே, இந்த மூலக்கூறில், H அணு மூன்று வெவ்வேறு காந்தத் திருப்புமையைப் பெற்றிருக்கும்.

மூலக்கூறுகள் தம் அச்சைச் சுற்றிச் சுழலும் இச்சுழற்சி யால் அணுக்கருக்களைச் சுற்றியுள்ள மின்னூட்டப் பகிர்வு மாறுபடும். இம்மாறுதல் அணுக்கருத் திருப்பு மையைப் பாதிக்கும்.

இரண்டு அணுக்கள் கொண்டுள்ள மூலக்கூறில் (Diatomic molecule) அணுக்கருக்களின் தற்சுழற்சிகள் மூலக் கூறின் சுழற்சி ஆற்றலைப் (Rotational energy) பாதிக் கும். எடுத்துக்காட்டாக, H_2 மூலக்கூறின் மொத்த அணுக்கருத் தற்சுழற்சி, இரண்டு H அணுக்களின் அணுக்கருத் தற்சுழற்சி இணையாக உள்ளதா அல்லது எதிர் இணையாக (Anti-parallel) உள்ளதா என்பதைப் பொறுத்துள்ளது. இது H_2 மூலக்கூறின் சுழலாற்றலைப் பாதிக்கும். சாதாரண வெப்ப நிலையில், H_2 மூலக் கூறில் 75 சதவிகித H அணுக்கள் இணையான தற் சுழற்சியும், (இம்மூலக்கூறு ஆர்த்தோ அய்ட்ரஜன் (Ortho hydrogen) என்று அழைக்கப்படுகிறது.), 25 சத விகித H அணுக்கள் எதிர் இணையான தற்சுழற்சியும் (இம்மூலக்கூறு பாரா அய்ட்ரஜன் (Para Hydrogen) என்று அழைக்கப்படுகிறது.) பெற்றுள்ளன என்று கணக் கிடப்பட்டுள்ளது. இவ்விடையீட்டுச் செயலின் விளை வை மூலக்கூறின் சுழற்சி அலைமாலையில் (Molecular rotational spectra) காணலாம்.

படிகத்தில் திருப்புமை (Moment in crystal)

ஒரு படிகத்தில், ஓர் அணுவைச் சுற்றியுள்ள அயனி கள் (Ion) அணுக்கருத் தற்சுழற்சியைப் பாதிக்கும். ஏனெனில், அயனிகள் மின்னூட்டம் கொண்டவை. எனவே, படிகத்தில் உள்ள அணுக்கருவின் திருப்புமை யை அளக்கும்போது, நீர்த்த மாதிரியை (Dilute sample) ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்வர். நீர்த்த மாதிரி யில் அயனிகளின் அடர்த்தி (Concentration) மிகவும் குறைவு. எனவே, அணுக்கருத் திருப்புமை அதிகம் தாக்கப்படாமல் இருக்கும்.

அணிக்கோப்பில் (Lattice) உள்ள அணுக்களின் அதிர்வு (Vibration) படிகத்தின் ஆற்றலுக்குக் (Thermal energy) காரணமாகும். இவ்வாற்றலை ஃபோனான் (Phonon) என்று கூறுவர். இதனால், அணுக்கருத் தற் சுழற்சியும் ஃபோனானும் வினைபுரியும். அணுக்கரு வின் ஆற்றல் மட்டத்தில் மாறுதல் ஏற்படும். இவ் விளைவுகளைத் தற்சுழற்சி-அணிக்கோவைத் தளர்வு (Spinlattice relaxation) என்று குறிப்பிடுவர். அணுக் கருத் திருப்புமையை அளக்கும் போது இவ்விளைவு களைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

அணுக்கருத் திருப்புமையை அளத்தல்

அணுக்கருத் திருப்புமை இரண்டு வழிகளில் அளக்கப் படுகிறது: (1) அணுக்கருத் தற்சுழற்சி அணு அல்லது மூலக்கூறில் உள்ள எலெக்ட்ரான் புலன் இவற்றின் இடைவினை மூலம் திருப்புமை அளக்கப்படுகிறது.

(2) அணுக்கருத் திருப்புமை புற மின் அல்லது காந்தப்புலம் இவற்றின் இடையீட்டு வினைமூலம் திருப் புமை அளக்கப்படுகிறது.

அணுவின் மீநுண் வரியமைப்பை ஆராய்தல், மூலக் கூறின் சுழற்சி அலைமாலையை ஆராய்தல் ஆகியவை முதல் வழிமுறைக்கு எடுத்துக்காட்டு. அணு அல்லது மூலக்கூறின் அலைமாலையை நுண் அலைப்பகுதியில் (Micro wave region) ஆராய்ந்தும் அணுக்கருத் திருப்பு மையைக் கணக்கிடலாம். இவ்வழிமுறைகளில் கணக் கிடப்படும் திருப்புமைகள் அவ்வளவு துல்லியமானவை (Accurate) அல்ல.

அணுக்கருத் திருப்புமையை மிகத் துல்லியமாக அளக்க, தேவையான அணுக்கருவை, ஒரு வெளிக்

காந்தப்புலனுக்கு உட்படுத்த வேண்டும் (Subject to). அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு (Nuclear magnetic resonance) உத்தியில் (Technique) அணுக்கருக்கள் வெளிக் காந்தப் புலனுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. ரேடியோ அதிர்வெண்ணுள்ள (Radio frequency) மின் காந்தக் கதிர்வீச்சை அணுக்கருவின் மேல் செலுத்தினால், அணுக்கரு கீழ் மட்டத்திலிருந்து மேல்மட்ட ஆற்றல் நிலைக்குச் செல்லும். E என்பது அடுத்தடுத்த இரண்டு ஆற்றல் மட்டத்திற்கிடையே (Adjacent energy level) உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடு (Energy difference) என்றால்,

$$\triangle E = h\gamma = \frac{\mu H}{I}$$

இங்கு,

γ - மின் காந்தக் கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண்

H - வெளிக் காந்தப் புலனின் வலிமை,

I - அணுக்கருத் தற்சுழற்சி

μ - அணுக்கருத் திருப்புத்திறன்.

வெளிக்காந்தப்புலனின் வலிமை (H) மின்காந்தக் கதிர் வீச்சின் அதிர்வெண் (γ), அணுக்கரு தற்சுழற்சி (I) ஆகியவற்றின் மதிப்பு தெரியுமாதலால், திருப்புமையின் (μ) மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

அணு அல்லது மூலக்கூறு கற்றை (Atomic or molecular) உத்தியில், நடு நிலையில் உள்ள (Neutral) அணு அல்லது மூலக்கூறுகள் இணையாக்கப்பட்ட கற்றையாகக் (Collimated beam) காந்தப் புலன் மூலம் புகுத்தப்படுகிறது. அணுக்கருத் தற்சுழ்ற்சி I ஆனால், எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி J ஆனால் (அணு கற்றை உத்தியில்), புகுத்தப்பட்ட கற்றை (2J+1) (2I+1) மடங்கு கற்றைகளாகப் பிரிகின்றது. பிரிந்த இக்கற்றைகள், கதிர்வீச்சு அதிர்வெண்ணுள்ள மின்காந்தப் புலன் மூலம் செல்லும் போது மறு நெறிப்படுத்தப்படுகின்றன (Reoriented) இக்கற்றைகள் ஒரு காணி (Detector) மீது பட்டு அளக்கப்படுகின்றன. புறக்காந்தப் புலனின் வலிமை, மின் காந்தப் புலனின் அதிர்வெண், காணியில் தொகுக்கப்பட்ட அணுக்களின் அல்லது மூலக்கூறின் அளவு ஆகியவற்றின் மதிப்பிலிருந்து, அணுக்கருத் திருப்புமையைக் கணக்கிடலாம்.

பி. வெ.

நூலோதி

1. **C.S. Cook.** *Structure of Atomic Nucleus*, Van Nostrand East - West Publication, New Delhi-1964.

2. **N. F. Ramsey.** *Nuclear Moment*, John Wiley and Sons Inc., New york, 1953.

3. **R. J. Blin-Stoyle**, *Theories of Nuclear Moments*, Oxford University Press, Oxford 1957.

4. **G. Herzberg**, *Atomic Spectra and Atomic Structure*, Dover Publication, New york, 1944.

5. **J.D. Roberts**, *Nuclear Magnetic Resonance*, McGraw-Hill, Book Co., New york 1959.

6. **B.G. Harvey**, *Introduction to Nuclear Physics and Chemistry*, Prentice Hall India Ltd., New Delhi-1965.

அணுக்கருத் துகளியல்

அணுக்கருத் துகளியல், அணுக்கருவைப் பற்றியும் அதைச் சார்ந்த தொழில் நுட்பங்களைப் பற்றியும் விளக்குகிறது. கதிரியக்கம் (Radio Activity), துகள் முடுக்கிகள் (Particle accelerators) தடங்காண் கருவிகள் (Detectors), கதிர் ஓரிடத்தனிமங்கள் (Radio Isotopes), அணுக்கருப் பிளப்பு- பிணைப்பு (Nuclear Fission -Fusion), அடிப்படைத் துகள்கள் (Elementary Particles) ஆகியன அணுக்கருத் துகளியலில் அடங்கும்.

ஒரு தனிமத்தின் அடிப்படையாக உள்ள அதன் அணுவானது, நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற அணுக்கருவையும், அதைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான்களையும் பெற்றுள்ளது. அணுக்கரு புரோட்டான்களாலும் (Protons) நியூட்ரான்களாலும் (Neutrons) ஆனது. எலக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்னூட்டத்தையும் புரோட்டான்கள் நேர் மின்னூட்டத்தையும், நியூட்ரான்கள் மின்னூட்ட நடு நிலையையும் பெற்றுள்ளன.

1896 ஆம் ஆண்டு ஹென்றி பெக்கெரல் (Henry Becquerel) என்பாரால் கதிரியக்கம் கண்டறியப் பட்டது. உயர் அணுஎடையுள்ள தனிமங்கள் பல ஆற்றல் மிக்க கதிர்வீச்சைத் (Radiation) தாமாகவே வெளியிட்டுச் சிதைந்து போகின்றன. இக்கதிர்வீச்சு சிறப்பாக ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமாக் கதிர்களைக் கொண்டதாகும். ஆல்ஃபா-கதிர்கள் ஈலியம் (Helium) அணுக்கருவாலானவை. பீட்டா-கதிர்கள் உயர்வேக எலக்ட்ரான்களால் ஆக்கப்பட்டவை. காமா-கதிர் மின்காந்த அலையாகும். கதிரியக்கம் பெற்றுள்ள ஓரிடத்தனிமங்கள் பல இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. எனினும், கதிர் ஓரிடத்தனிமங்களைச் (Radio Isotopes) செயற்கையாகவும் உண்டாக்க இயலும். கதிர் ஓரிடத்தனிமங்களின் பயன்கள் எண்ணற்றவை. இவை பயன்படும் முறைகளைப் பின்வருமாறு பிரிக்கலாம்.

1. கால அளவீட்டு முறை:-

ஒவ்வொரு கதிர் ஓரிடத்தனிமமும் ஒரு குறிப்பிட்ட அரை வாழ்வுக்காலம் (Halflife period) கொண்டது.

இப்பண்பைப் பயன்படுத்திக் கதிர் ஓரிடத்தனிமம் கலந்த சில பொருள்களின் காலத்தைக் கணக்கிட இயலும். இது கால அளவீட்டு முறையாகும். இம்முறையைப் பயன்படுத்திப் பூமியின் வயதும் தொல்பொருள்களின் வயதும் கணக்கிடப் படுகின்றன.

2. தடங்காண் (Tracer)முறை

கதிர் ஓரிடத்தனிமங்களின் இருப்பிடத்தை அதன் கதிர்வீச்சு காட்டிக் கொடுத்து விடுகிறது. இக்கதிர் வீச்சைத் தடங்காண் கருவிகள் (Detectors) மூலம் கண்டு கொள்ள இயலும். எனவே, ஒரு கதிர் ஓரிடத்தனி மங்கள் சிறு அளவிலேயே மற்றொரு பொருளோடு கலந்திருப்பினும், அப்பொருளின் இருப்பிடத்தை எளிதில் அடையாளம் காணலாம் இம்முறை பல துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக மருத்துவத்துறையில் மூளைக்கழலை போன்றவற்றின் இருப்பிடத்தை அறியவும், பல்வேறு நோய்களைக் கண்டுகொள்ளவும் இம்முறை பயன் படுகிறது.

3. கதிர்வீச்சு முறை

கதிர்வீச்சின் விளைவுகளைப் (Effects) பயன்படுத்துவது கதிர்வீச்சு முறையாகும். பல துறைகளில் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மருத்துவத் துறையில், வேண்டாத புற்று நோய் செல்களை (Cells) அழிக்க இம்முறை பயன்படுகிறது.

4. கதிர் தூண்டிப் பகுத்தல் முறை

ஒரு பொருளுக்குக் கதிரியக்கத்தைச் செயற்கை முறையில் வழங்க இயலும். அவ்வாறு கதிரூட்டப்பட்ட பொருளினின்று வெளிப்படும் கதிர்வீச்சின் தன்மை, ஆற்றல் போன்றவற்றை அளப்பதனால் ஒரு குறிப் பிட்ட தனிமம் அப்பொருளில் உள்ளதா, எந்த அளவில் உள்ளது எனக் கணக்கிட முடியும். இது கதிர் தூண்டிப் பகுக்கும் முறையாகும். தொல்பொருள் ஆராய்ச்சி போன்றவற்றுக்கு இது மிகவும் பயன் படுகிறது.

செயற்கைக் கதிர் ஓரிடத்தனிமங்களை உண்டாக் கவும், அணுக்கருவைத் தாக்கி வினை புரியவும் அதிக ஆற்றல் கொண்ட ஆல்ஃபா, பீட்டா, நியூட்ரான், டியூட்ரான் (Deutron) போன்ற துகள்கள் தேவைப் படுகின்றன. இவற்றுள் மின்னேற்றம் பெற்றவற்றிற்கு ஆற்றல் வழங்க உதவும் கருவிகள் துகள் முடுக்கி களாகும். அணுக்கருவைப் பற்றிய பல உண்மைகளை அறிந்து கொள்வதற்கும், ஒரு தனிமத்தை மற்றொன் றாக மாற்றுவதற்கும், கதிர் ஓரிடத்தனிமங்கள் உண் டாக்குவதற்கும் துகள் முடுக்கிகள் மிகவும் தேவை. தற்போதுள்ள சில ஆற்றல் வாய்ந்த துகள் முடுக்கிகள் அதிக எடையுள்ள துகள்களையும் முடுக்க வல்லவை. இவை தற்போது நடைபெற்று வரும் மீக்கனத் தனி மங்கள் (Super Heavy Elements) உண்டாக்கும் ஆய்வு களில் முதன்மையான பங்கேற்கின்றன.

அணுக்கருப்பிளவு -பிணைப்பு

உயர் அணு நிறையும், குறைந்த நிலைப்புத் தன்மையும் உடைய யுரேனியம் போன்ற பொருள்களை நியூட்ரான் தாக்குகையில் அணுக்கருப்பிளப்பு நிகழ வாய்ப்புண்டு. இப்பிளப்பில் மிகுந்த ஆற்றல் வெளிப் படுகிறது. இவ்வாற்றலைப் பயன்படுத்தி அணு உலை களின் மூலம் மின் ஆற்றல் பெறப்படுகிறது. இதே போன்று குறைந்த அணு எடையுள்ள அய்ட்ரஜன் (Hydrogen), டியூட்டிரியம் (Deutrium) போன்ற அணுக் கருக்கள் ஒன்றோடொன்று பிணையும்போதும் ஆற்றல் வெளியாகிறது. இவ்வாற்றலைப் பயன்படுத்தி மின் னாற்றலை உற்பத்தி செய்ய ஆய்வுகள் நடைபெற்று வருகின்றன. பிணைப்பு ஆற்றலைக்கொண்டு மின் சாரம் உற்பத்தி செய்தல் நடைமுறையில் இயலு மானால், பூமியில் அதிகமாகக் கிடைக்கும் அய்ட் ரஜனைக் கொண்டு குறைந்த செலவில் மிகுந்த ஆற்ற லைப்பெற்றிடலாம்.

அணுவின் கட்டமைப்பில் பங்கேற்றுள்ள எலக்ட் ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான் தவிர வேறு பல அடிப்படைத்துகள்கள் உள்ளதை உயர் ஆற்றல் இயற் பியலாளர் கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். இவற்றின் எண்ணிக்கை இன்றைக்கு 200-க்கும் மேற்பட்டதாக இருக்கின்றது.

அடிப்படைத் துகள்களுக்கெல்லாம் அடிப்படையான மூலத்துகளாக குவார்க் (Quark) என்ற துகள்கள் இருக் கலாம் என்று அறிவியலறிஞர்கள் கருதுகின்றார்கள். குவார்க்குள் இருப்பது இன்னும் சோதனை வாயிலாக மெய்ப்பிக்கப்படவில்லை என்றாலும் அவற்றின் தோற் றம், அடிப்படைத் துகளிடை வினைகள், அலை தொடர் பான வேறு பல உண்மைகள் இவற்றை ஒரு சேர விளக்கக் கூடியவையாக இருக்கின்றன என்பதால் மறுப் பதற்கில்லை.

இ.சா

நூலோதி

1, அணுவைப் பற்றி - பம்பாய்த் தமிழ்ச் சங்கம் வெளியீடு, பம்பாய், 1968.

2. David Halliday. '*Introductory Nucjear Physics*' Wiley, New York 1955.

3. **W.E. Burcham**, *'Nuclear physics', (An Introduction)* - Longman Group Limited. 1963.

அணுக்கருத் தொகுப்பு

பேரண்ட வெளியில் எங்கும் சிதறியவாறு காணப் படும் சூரியன் போன்ற விண்மீன்களைப் பற்றிய ஆய்வு கள், விண்ணியல் உறுப்புகள் அனைத்தும் ஒரே வகை யான தனிமங்களினால் தொகுக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைத் தெளிவாக்கின. அய்ட்ரசன் தொடங்கி யுரேனியம் வரை இயற்கையின் 92 வகையான தனிமங் கள் காணப்பட்டாலும், அவை அனைத்தும் ஒரே அளவு செறிவுள்ளனவாகக் காணப்படவில்லை. இப்பேரண்ட வெளியில் எங்கும் அதிகமாகக் காணப்படுவது எளிய தனிமமான அய்ட்ரசன்தான் விண்மீன்களின் நிறையில் பெரும் பங்கு வகிப்பதும் இந்த அய்ட்ரசன்தான். விண் மீன்களின் நிறமாலைகள் இதை உறுதி செய்திருக் கின்றன. அய்ட்ரசனை அடுத்து ஹீலியமும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. பெரும்பாலும் அய்ட்ரசனும் ஹீலியமும் இணைந்தே காணப்படுவதால், ஹீலியம் அய்ட்ரசனிலிருந்து தொகுக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்று கருதினார்கள். ஆய்வுக் கூடங்களில் மேற்கொள்ளப் பட்ட அணுக்கருவினை தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகள் இக்கருத்தை மேலும் உறுதி செய்வனவாய் இருக்கின்றன. இயற்கையில் காணப்படும் எண்ணி றைந்த வடிவங்களையும், அவை உருவாகக் காரண மான செயல் முறைகளையும், விளக்க அணுக்கருத் தொகுப்பு என்ற நிகழ்ச்சிகளால் மட்டுமே இயலுவதால் வான் இயற்பியலில் (Astrophysics) இப்புலம் இன் றைக்கு முக்கியத்துவம் பெற்று வருகின்றது.

ஆல்பர், மீதே, காமொவ் என்ற அறிஞர்கள் 1948 ஆம் ஆண்டில் அணுத் தொகுப்புக்கான கோட்பாடு ஒன்றினை அறிவித்தார்கள். இதன்படி, நியூட்ரான் வளிமங்களாலான பொருள்கள் விரிவடைந்து, நியூட் ரான்கள் புரோட்டான்களாகவும், எலக்ட்ரான்களாக வும் சிதைவுறுகின்றன என்றும், பின்னர் சிதைவுறாத நியூட்ரான்கள் புரோட்டான்களினால் பிடிக்கப்பட்டு அதிக நிறையுள்ள தனிமங்கள் உருவாகின்றன என்றும் கூறலாம். இந்நிகழ்ச்சியில் அய்ட்ரசன் மிக அதிகமாக உருவாவதற்கு வாய்ப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது. பிற தனிமங்களை விட அய்ட்ரசன் இப்பேரண்ட வெளியில் அதிகம் காணப்படுவதை இது விளக்குவதாய் இருக் கின்றது.

ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாகப் பரந்து விரிந்து கிடக் கும் வளிம மூலக் கூறுகள் ஒன்றை ஒன்று கவர ஆரம் பித்து, பின்னர் அதுவே ஓர் அடர்த்தியான வளிமக் கோளமாக உருவெடுக்கின்றது. துகள்களுக்கிடையே உள்ள கவர்ச்சி ஈர்ப்பு விசையானது அவற்றுக்கிடைப் பட்ட தொலைவு குறைவுற அதிகரிக்கின்றது. அதனால் வளிமக்கோளம் மேலும் மேலும் விரைவாக அதன் மையத்தை நோக்கிச் சுருங்க ஆரம்பிக்கின்றது. இதனால் வளிமக் கோளத்தின் வெப்பநிலை 3000-6000 டிகிரி கெல்வின் அளவிற்கு அதிகரிக்கின்றது. இந்நிலையில் நான்கு புரோட்டான்கள் இணைந்து ஹீலியமாகிவிடு கின்றன. இதை வெப்ப அணுக்கரு வினை (Thermo nuclear reaction) என்று கூறுகின்றார்கள். இதை,

$$4\,{}_1H^1 \rightarrow 2He^4 + 2\,{}_1e^0 + 2\,\bar{\gamma}_e$$

என்று வான இயற்பியல் வல்லுநர்கள் குறிப்பிடுவார் கள். இவ்வினையே சூரியன் போன்ற பல விண்மீன்களின் ஆற்றல் மூலமாக இருக்கின்றது. உயர்வெப்ப நிலையில் அணுவெண் அதிகமுடைய அணுக்கருக்களும் தொகுக் கப்படுகின்றன. இப்படி அய்ட்ரசனிலிருந்து வெவ்வேறு அணுக்கருக்கள் தொகுக்கப்படும் வழி முறைக்கு வெப்ப அணுக்கருத் தொகுப்பு முறை (Hot Synthesis) என்று பெயர். இதனால் நிறைவெண் 56க்கு உட்பட்ட இரும்பு அணுக்கருக்களின் உற்பத்தி வரை விளக்க முடிகின்றது.

அய்ட்ரசன், ஹீலியம் தவிரவேறு தனிமங்களும் விண் மீன்களில் சிற்றளவில் காணப்படுகின்றன, கருஞ் சிவப் பான விண்மீன்களில் பேரளவில் லிதியம் (Lithium) ஓரிடத்தனிமங்களும், நீல நிறமுள்ள விண்மீன்களில் அதிக அளவில் ஹீலியம்-3 என்ற ஓரிடத்தனிமங்களும் காணப்படுகின்றன. மிகவும் நிலையற்ற இந்த ஓரிடத் தனிமங்கள் வெப்ப அணுக்கருத் தொகுப்பு முறையை விடக் குளிர் அணுக்கருத் தொகுப்பு (Cold synthesis) முறையிலேயே உருவாகி இருக்க வேண்டும் என்று கருது கின்றார்கள். விண்மீன் வெடிப்பினால் உண்டாகும் ஒரு பிளாஸ்மா தொகுப்பு மிகவும் நிலையற்றது. இதனால் ஏற்படும் மின்காந்தப்புலம், மின்னூட்டங் கொண்டுள்ள அடிப்படைத் துகள்களை முடுக்கி விடுகின்றது. முடுக்கப் பட்ட இத்துகள்கள் எளிய அணுக்கருக்களால் உட்கவ ரப்பட்டுக் கனமான அணுக்கருக்கள் உருவாக்கப்படு கின்றன. இவ்வழிமுறையையே குளிர் அணுக்கருத் தொகுப்பு என்று கூறுகின்றார்கள்.

லித்தியம்-7, பெர்லியம்-7 கீழ்கண்ட வினைகளினால் உற்பத்தியாகி இருக்கலாம் என்று பிராங் மற்றும் காமென்ட்ஸ்கி (Frank, Kamentsky) என்ற விஞ்ஞானி கள் கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள்.

$$2\,{}_2He^4 \rightarrow {}_3Li^7 + {}_1H^1$$

$$2\,{}_2He^4 \rightarrow {}_4Be^7 + {}_0n^1$$

$${}_4Be^7 + {}_{-1}e^0 \rightarrow {}_3Li^7$$

அணுக்கருத் தொகுப்பில் உள்ள இரு முறைகளும் பல் வேறு தனிமங்களின் அணுக்கருக்களின் உற்பத்தியை விளக்குவதாய் இருக்கின்றன.

அ.பெ.

நூலோதி

1. **E.M.Burbidge, G.R.Burbidge, W.A.Fowler and F.Hoyle,** *'Synthesis of the Elements in Stars'*, Rev. Mod. Physics 29, 1957.

2. **J.W.Truran,** *'Theories of Nucleosynthesis'*, Space Sci. Rev. 15, 1973.

அணுக்கருத் தொடர்வினை

ஓர் அணுக்கருவில் மாற்றங்கள் நிகழும்பொழுது ஆற்றல் வெளிப்படுகின்றது. யுரேனியம் போன்ற எளிதில் பிளவுறும் தனிமங்களின் அணுக்கருக்களை மெதுவாகச் செல்லும் நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கினால் அவை ஏறத்தாழ சம நிறையுள்ள துகள் களாகப் பிளவுறும். அவற்றுடன் சில நியூட்ரான்களும் வெளிவரும். அத்துடன் 200 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் எனும் அளவு ஆற்றல் வெளிப்படும்.

ஓர் அணுக்கருப்பிளப்பின்போது இரு நியூட்ரான்கள் வெளிவருவதாகக் கொண்டால் அவை மேலும் இரு யுரேனிய அணுக்கருக்களைத் தாக்கிப் பிளவுறச் செய் யும். இதில் வெளிவரும் நியூட்ரான்கள் மேலும் நியூட் ரான்களை வெளிவிடும். இவ்வாறாக இப்பிளப்புவினை நடைபெறும். இதற்கு அணுக்கருத் தொடர்வினை எனப் பெயர். இத்தொடர்வினையின் பயனால் ஒரு கிலோகிராம் யுரேனியம்–235 இலிருந்து ஏறத்தாழ 5.319×10^{29} மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் கிடைக்கலாம். இந்த ஆற்றலானது பல மில்லியன் டன் கரியினை எரிப்பதால் கிடைக்கும் ஆற்றலுக்குச் சமம். இந்த நிகழ்ச்சி நடைபெறும் காலமோ மிகவும் குறுகி யது. ஒரு நொடியில் நூற்றில் ஒரு பங்கு ஆகும் (1/100). ஒவ்வோர் அணுக்கருப்பிளவின் போதும், தோராயமாக இரண்டரை (2.5) நியூட்ரான்கள் வெளியாகின்றன.

அணுக்கருத் தொடர்வினை செயல்படுவதில் சில தொல்லைகள் உண்டு. ஒரு யுரேனிய அணுப்பிளப்பில் தோன்றும் நியூட்ரான்கள் யாவும் பிற அணுக்கருக் களைத் தாக்கும் என்று எண்ண முடியாது. பிளவின் போது வெளிவரும் நியூட்ரான்களில் மிகச் சிறிய பகுதியே அணுக்கருக்களைத் தாக்கித் தொடர் வினையில் ஈடுபடும். அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகும்.

ஓர் அணுக்கருப் பிளப்பில் வெளிவரும் நியூட்ரான் களில் இரண்டு அடுத்து பிளப்பை ஏற்படுத்த அது போன்றே தொடர்வினை நிகழுமாயின் ஈண்டு தொடர் வினையின் பெருக்கக் காரணி (Multiplication factor) இரண்டு எனப்பெறும். பெருக்கக்காரணி (K)என்பது தொடர்வினையில் ஒரு தலைமுறையில் நிகழும் பிளப்பு களுக்கும் அதற்கு முந்தைய தலைமுறையில் நிகழ்ந்த பிளப்புகளுக்கும் உள்ள விகிதமாகும். பெருக்கக் காரணி 2 எனுமளவில் இருந்தால் தொடர்வினை வெகு வேகமாக நடைபெற்று மிகச் சிறு நேரத்தில் மாபெரும் ஆற்றல் வெளிப்படும். இதுவே அணுகுண்டின் கொள் கையாகும். இத்தொடர்வினை நிகழ மாறுநிலை அளவு (Critical size)எண் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் யுரேனியம் இருந்தாலே முடியும். அவ்வாறன்றித் தொடர்வினையைக் கட்டுப்படுத்தி அணு ஆற்றலைப் பயன்தரும் வகையில் வெளிப்படுத்தலாம்.

கட்டுப்படுத்தப்பெற்ற அணுக்கருத் தொடர் வினையை நிகழ்த்த அணுஉலைகளைத் தற்காலத்தில் பயன்படுத்துகின்றனர். தொடர்வினைக்குப் பின்வரும் நியூட்ரான்கள் அதிக அளவு ஆற்றலைக் கொண்ட அதிவேக நியூட்ரான்கள் ஆகும். இந்த நியூட்ரான்களை ஓர் ஊடகத்தில் மோதவிட்டு அதன் வேகத்தைக் குறைப்பர். நியூட்ரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்கக் கூடிய அல்லது தணிக்கக் கூடிய ஊடகத்தினைத்தணிப் பான் (Moderator) என்று அழைப்பார்கள். தற் காலத்தில் கிராஃபைட் (Graphite), பெரிலியம் (Beryllium), கனநீர் (Heavy water) ஆகியன தணிப்பான் களாகப்பயன்படுகின்றன. தணிப்பான்களைக் கொண்டு வேகம் குறைக்கப்பட்ட நியூட்ரான்கள் குறைவேக நியூட்ரான்கள் ஆகும். இவையே தொடர்வினை நிகழ்த்த உதவுகின்றன.

ஜி.ச.

நூலோதி

1. *Atomic Nucleus* - Foreign languages Publishing House, Moscow – 1958.

2. *Nuclear Power* - People's Publishing House, New Delhi-1970.

3. **J.B. Rajam,** *Modern Physics* S. Chand & Co. New Delhi-1974.

4. **Huges,** *On Nuclear Energy* Harvard University Press-1957.

அணுக்கரு நான்முனை ஒத்ததிர்வு

அணுக்கரு நான்முனை ஒத்ததிர்வு என்பது தற்சுழற்சி ½க்கு மேல் உள்ள ஓர் அணுக்கரு சம்பந்தப்பட்ட நிகழ் வாகும். தற்சுழற்சி ½ அல்லது ½க்கு குறைவாக உள்ள

நிலையில் ஓர் அணுக்கரு கோளவடிவம் உடையதாக இருக்கும். அந்த நிலையில், அதனுடைய மொத்த மின்சுமை (q)யும் அதன் மையத்தில் செறிந்திருப்பது போல் செயல்படும். அத்தகைய அணுக்கருவின் மையத்திலிருந்து 'r' தொலைவில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் மின்னழுத்தத்தை,

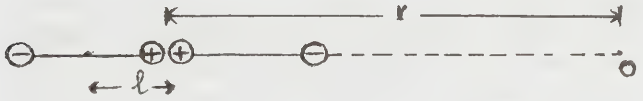
$$P = \frac{q}{r} \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

என்ற எளிய சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம். ஆனால், அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி $\frac{1}{2}$க்கு மேல் ஆகும் பொழுது அந்த அணுக்கரு தட்டைக் கோள வடிவத்தை அடைகிறது. அப்போது மின்னழுத்தத்தைக் கணக்கிட உதவும் கோவை கீழ்க்கண்டவாறு பல உறுப்புகளைப் பெறுகிறது.

$$P = \frac{Q1}{r} + \frac{Q2}{r^2} + \frac{Q3}{r^3} + \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

இக்கோவையில் முதல் உறுப்பு $\frac{'Q1'}{r}$ எல்லோரும் அறிந்த 'கூலும் மின்னழுத்தத்தை'யும், இரண்டாவது உறுப்பு $\frac{'Q_2'}{r^2}$ இருமுனை மின்னழுத்தத்தையும் குறிக்கின்றன. அடுத்து வரும் உறுப்பு $\frac{Q_3}{r^3}$ நான்முறை மின்னழுத்தம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதை விளக்குவதற்கு முன்பு, இரண்டாவது உறுப்பு $\frac{Q_2}{r^2}$ இருமுனை மின்னழுத்தம் என ஏன் அழைக்கப்படுகிறது என்பதை அறிந்து கொள்வது இன்றியமையாததாகிறது.

$Q3/r^3$ என்பது நான்முனை மின்னழுத்தம் என்று அழைக்கப்படுவது ஏன் என்பதைக் காண்போம். அதற்கு படம்-1 இல் காட்டியுள்ளவாறு அடுத்தடுத்து வைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு மின் இருமுனைகளை எடுத்துக்கொள்வோம்.



இந்த அமைப்பில் நான்கு மின் முனைகள் உள்ளன. இவ்வாறு நான்கு முனைகள் கொண்ட இந்த அமைப்பு ஒரு புள்ளியில் ஏற்படுத்தும் மின்னழுத்தத்தைக் கணக்கிட

$$P = K/r\,(r^2 - 4l^2) \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

என்ற சமன்பாடு உதவுகிறது. l^2 இன் அளவு மிகக் குறைவாக இருக்கும்பொழுது சமன் (3) கீழ்க்கண்டவாறு மாறுகிறது.

$$P = K/r^3 \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

இச்சமன்பாட்டில் உள்ள K/r^3 என்ற உறுப்பிலும் சம (2) இல் உள்ள Q_3/r^3 என்ற உறுப்பிலும் 'r^3' வருவதைக் காண்க. இந்த ஒற்றுமை கருதியே Q_3/r^3 என்ற உறுப்பினை நான்முனை மின்னழுத்தம் என்றும், Q_3 ஐ நான்முனைத் திருப்புமை என்றும் அழைக்கிறோம்.

ஓர் அணுக்கருவின் நான்முனைத் திருப்புமையைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

$$Q_3 = (2/5)\,Z\,(b^2 - a^2) \ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

அதில் 'z' என்பது அணுக்கருவின் மின்சுமையும், 'b' என்பது தட்டைக்கோள வடிவுடைய அணுக்கருவின் பேரச்சின் பாதி நீளத்தையும், 'a' என்பது சிற்றச்சின் நீளத்தில் பாதியையும் குறிப்பிடுகின்றன. நான்முனைத் திருப்புமையின் அளவு சில அணுக்களில் நேர் மதிப்பைப் பெற்றதாகவும், சிலவற்றில் எதிர்மதிப்பைப் பெற்றதாகவும் இருக்கும். அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகும் பொழுது அணுக்கருவின் உருவம் படிப்படியாக மாறுகிறது. இதனால் நான்முனைத் திருப்புமையின் அளவும் மாறுகிறது. புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை 2, 8, 20, 50, 82 ஆக இருக்கும்பொழுது நான்முனைத் திருப்புமையின் அளவு சுழியாகவோ அல்லது மிகக் குறைந்ததாகவோ ஆகிவிடுகிறது. நான்முனைத் திருப்புமையின் அளவை வைத்து ஓர் அணுக்கரு கோள வடிவத்திலிருந்து எவ்வளவு மாறுபட்டிருக்கிறது என்பதைக் கணக்கிடலாம்.

நான்முனைத் திருப்புமையைப் பெற்றுள்ள ஓர் அணுக்கருவை, ஒரு படித்தானமற்ற மின்புலத்தில் வைக்கும்பொழுது அது நிலை ஆற்றலைப் பெறுகிறது. அந்த நிலை ஆற்றலைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

நிலை ஆற்றல் $= Q_3\, \partial\vec{E}/\partial Y\, f(\theta) \ldots\ldots\ldots\ldots(6)$

இதில் $\vec{E}$ என்பது மின்புலத்தின் வலிமையையும், 'θ' என்பது நான்முனைத் திருப்புத்திறன் செயல்படும் திசைக்கும் மின்புலத்தின் திசைக்கும் இடையில் ஏற்படும் கோணத்தையும் குறிக்கின்றன. (இங்கு மின்புலத்தின் வலிமை Y-அச்சின் திசையில் படிப்படியாக மாறுவதாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது).

அணுக்களிலும், மூலக்கூறுகளிலும் உள்ள அணுக்கருக்களைச் சுற்றியுள்ள எலக்ட்ரான்கள் அந்த அணுக்கருக்களின் மின்புலத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் அந்த அணுக்கருக்கள் நிலை ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. சம (6)இல் கண்டுள்ளபடி இந்த நிலை ஆற்றல் 'θ' வின் அளவைப் பொறுத்துள்ளது. குவாண்டம் விசை

யியல் கோட்பாட்டின்படி 'θ' ஒரு சில குறிப்பிட்ட அளவுகளைத்தான் கொண்டிருக்க முடியும். ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட அளவுடைய 'θ'வுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுடைய நிலை ஆற்றல் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக ஓர் அணுக்கரு θ_1 என்ற நிலையில் இருக்கும் போது அது பெறும் நிலை ஆற்றலை E_1 என்றும், θ_2 நிலையில் அது பெறும் நிலை ஆற்றலை E_2 என்றும் $(E_2\ E_1)$ கொள்வோம். θ_2 என்ற நிலையிலிருந்து θ என்ற நிலைக்கு அணுக்கரு மாறும்போது அது (E_2-E_1) அளவுள்ள ஆற்றலை வெளியிடுகிறது. இந்த ஆற்றலானது, $(E_2-E_1)h$ அதி அதிர்வெண் உள்ள மின்காந்த அலையாக வெளிவருகிறது. இந்த நிகழ்வு அணுக்கரு நான்முனைக் கதிவீச்சு எனப்படுகிறது. இப்பொழுது இக்கதிர் வீச்சின் எதிர் நிகழ்வினைக் காண்போம். எதிர் நிகழ்வானது அந்த அணுக்கருவின் மீது பல்வேறு பட்ட அதிர்வெண்களைக் கொண்ட கதிர்வீச்சுகள் படும்போது ஏற்படுகிறது. அவ்வாறு தன்மீது படும் கதிர்வீச்சுகளில் $(E_2-E_1)/h$ என்ற அதிர்வெண்ணைக் கொண்ட கதிர்வீச்சை அணுக்கரு உட்கவர்ந்து கொண்டு θ_1 என்ற நிலையிலிருந்து θ_2 என்ற நிலைக்கு மாறுகிறது. இத்தகைய உட்கவர்வைத்தான் அணுக்கரு நான்முனை ஒத்ததிர்வு என்கிறோம்.

அணுக்கரு நான்முனை ஒத்ததிர்வு திண்மப் பொருள்களில் மட்டுமே நிகழ்கிறது. நீர்மங்களிலும் அது நிகழ்வதில்லை. ஏனெனில் நீர்மங்களிலும் விளிமங்களிலும் உள்ள மூலக் கூறுகள் ஒன்றோடொன்று மோதிக் கொள்வதன் காரணமாக அணுக்கருக்களைச் சுற்றியுள்ள எலக்ட்ரான்கள் அவற்றின் மீது ஏற்படுத்துகின்ற மின்புலத்தின் திசை தொடர்ந்து மாறிக்கொண்டே இருப்பதால் மின்புலத்தின் சராசரி செயல்பாடு சுழியாகிவிடுகிறது. திடப் பொருள்களில் அணுக்கரு நான்முனை ஒத்ததிர்வு நிகழும்போது, அந்த அதிர்வெண்ணை உடைய கதிர்வீச்சு உட்கவரப்படுகிறது என்பதைக் கொண்டு, ஓர் அணுக்கருவைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் பரவியிருக்கும் அமைப்பை அறிய முடியும்.

கோ.அ.

நூலோதி

1. **T.P. Das and E.L. Hahn**, *Nuclear Quadrupole Resonance Spectroscopy*, Acadamic Press New Yoik, 1958.
2. **G.K. Semiw, T. A. Babushkina and G. G. Yakobson** *Nuclear Quadrupole Resonance in Chemistry*, Wiley, New Yoik 1975.

அணுக்கரு நிலைகள்

அணுக்கரு ஆற்றல் மட்டங்கள் அணுக்கருவினுள்ளே உள்ள துகள்களின் நிலைகளைக் குறிக்கும். எனவே அணுக்கரு ஆற்றல் மட்டங்களை அணுக்கரு நிலைகள் என்று கூறலாம்.

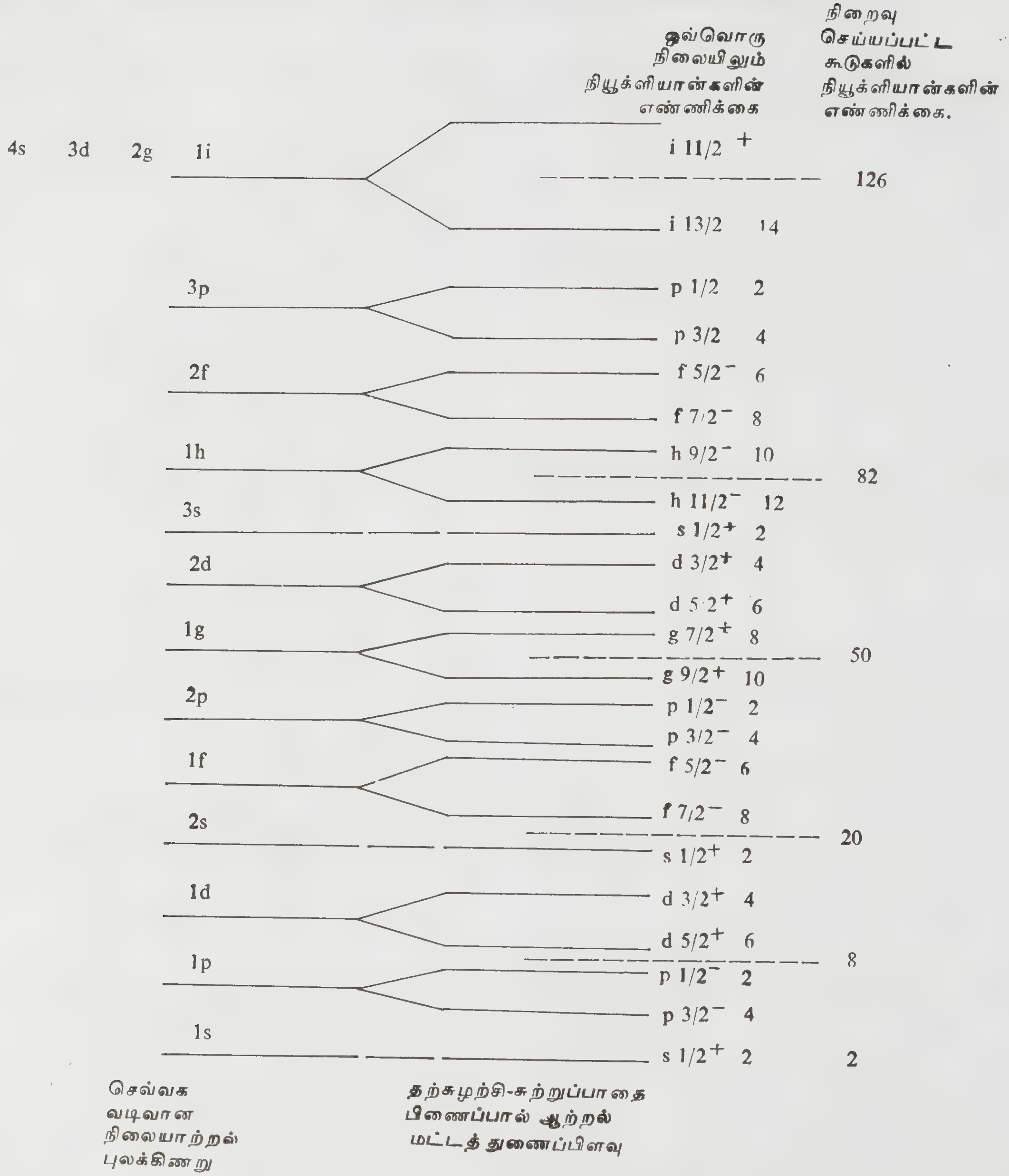
குவாண்டம் எண்கள், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நியூக்ளியான்கள் (புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள்,ஓர் அணுக்கருவை உருவாக்கும்போது, அந்த அமைப்பு முழுவதின் குவாண்டம் நிலை அணுக்கரு மட்டம் என்று கூறப்படுகிறது. சுற்றுப்பாதை எலக்ட்ரான்களுக்குக் குவாண்டம் எண்கள் ஒதுக்கப்படுவது போல் புரோட்டான்களுக்கும் நியூட்ரான்களுக்கும் குவாண்டம் எண்கள் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளன. பவுலியின் தவிர்க்கைத் தத்துவத்தின் (Pauli's Exclusion principle) படி இந்தக் குவாண்டம் எண்கள் ஒதுக்கப்படுகின்றன. இத்தத்துவத்தின்படி எந்த ஓர் அணுக்கருவிலும் எல்லா வகையிலும் ஒத்த குவாண்டம் எண்களைக் கொண்ட இரு புரோட்டான்கள் அல்லது நியூட்ரான்கள் இருக்க முடியாது. அணுக்கருவின் கூடு மாதிரி அமைப்பின்படி எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் மட்டங்களைப் போல் புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் தனித்தனியாக ஆற்றல் மட்டங்களை அல்லது கூடுகளை நிரப்புகின்றன. புரோட்டான்களின் அல்லது நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையின் மதிப்பு 2, 8, 20, 50, 82, 126 ஆக இருந்தால் அக்கூடுகள் நிறைவு பெற்ற கூடுகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மேற்கூறப்பட்ட எண்கள் மாய எண்கள் (Magic numbers) என்று கூறப்படுகின்றன.

அணுக்கருவின் கூடு மாதிரி அமைப்பில் ஒவ்வொரு நியூக்ளியானும் மற்ற நியூக்ளியான்களைச் சார்ந்தது இல்லை; ஆனால் மற்ற நியூக்ளியான்கள் நிலை ஆற்றல் புலத்தை அளிக்கின்றன. இந்த நிலை ஆற்றல் புலம் ஒவ்வொரு நியூக்ளியானின் குவாண்டம் நிலையைத் தீர்மானிக்கிறது. எனவேதான் சார்பற்ற துகள் மாதிரி பொதுவாகக் கூடு மாதிரி அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த அமைப்பில் நிலை ஆற்றல் புலம் சதுரக்கிணறு வடிவமாகவோ சீரிசை அலை வடிவமாகவோ கருதப்படுகிறது. முதல் வகை ஆற்றல் புலத்தில் அணுக்கருவின் மையத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவு வரை வினை ஏதும் நியூக்ளியான் உணராது. அதன் பின்னர் புலத்தின் முழு வினையும் உணரப்படும். இரண்டாம் வகைப்புலத்தில் கருதப்பட்ட நியூக்ளியான் அணுக்கருவை நெருங்க நெருங்கப் புலத்தின் விளைவு படிப்படியாக அதிகரிக்கும். இப்புலங்களில் கணித வடிவத்தை அலை இயக்கவியல் சமன்பாடுகளில் பயன்படுத்திக் காணப்பட்ட தீர்வுகள், நிறைவு செய்யப்பட்ட கூடுகளில் நியூக்ளியான்களைக் குறித்தன. 2, 8, 20 என்ற முதல் மூன்று எண்களைத் தவிர மற்ற மாய எண்களுக்கு இத்தீர்வுகள் பொருந்தவில்லை. இக்குறைபாட்டை நீக்க ஒவ்வொரு நியூக்ளியானின் சுற்றுப்பாதை கோண உந்தத்திற்கும் தற்சுழற்சிக் கோண உந்தத்திற்கும் வலுவான பிணைப்பு உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. இது தற்சுழற்சிச்சுற்றுப்பாதைப்பிணைப்பு எனப்படும்.

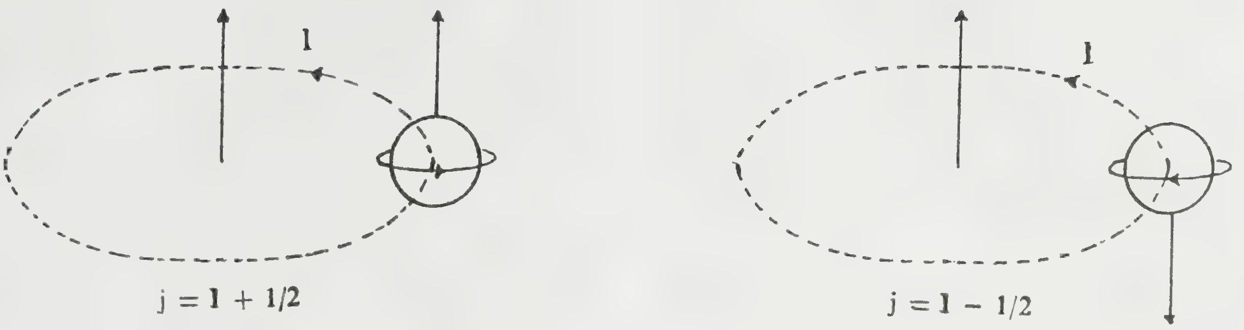
குவாண்டம் எண்களுக்கிடையே உள்ள தொடர்பு $\Lambda = 2n + l - 2$ என்று எழுதப்படுகிறது. Λ, n,

தற்சுழற்சி-சுற்றுப்பாதை பிணைப்பின்படி கூடுகளில் நியூக்ளியான்கள் நிரப்பப்படும் வகை

முதன்மைக் குவாண்டம் எண் Λ	ஆரக் குவாண்டம் எண் n	சுற்றுப்பாதைக் குவாண்டம் எண் l	ஆற்றல் நிலை வரிசை (n, l)	மொத்தக் கோண உந்தம் (j)	நியூட்ரான்களின் அல்லது புரோட்டான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை
0	1	0	1s	$(\frac{1}{2})^2$	2
1	1	1	1p	$(\frac{3}{2})^4, (\frac{1}{2})^2$	8
2	1	2	1d	$(\frac{5}{2})^6, (\frac{3}{2})^4$	
2	2	0	2s	$(\frac{1}{2})^2$	20
3	1	3	1f	$(\frac{7}{2})^8, (\frac{5}{2})^6$	
3	2	1	2p	$(\frac{3}{2})^4, (\frac{1}{2})^2$	50
4	1	4	1g	$(\frac{9}{2})^{10}$	
4	1	4	1g	$(\frac{7}{2})^8$	
4	2	2	2d	$(\frac{5}{2})^6, (\frac{3}{2})^4$	82
4	3	0	3s	$(\frac{1}{2})^2$	
5	1	5	1h	$(\frac{11}{2})^{12}$	
5	1	5	1h	$(\frac{9}{2})^{10}$	
5	2	3	2f	$(\frac{7}{2})^8, (\frac{5}{2})^6$	
5	3	1	3p	$(\frac{3}{2})^4, (\frac{1}{2})^2$	126
6	1	6	1i	$(\frac{13}{2})^{14}$	


ஒவ்வொரு நிலையிலும் நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கை
நிறைவு செய்யப்பட்ட கூடுகளில் நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கை.
4s 3d 2g 1i
i 11/2 +
126
i 13/2 14
3p
p 1/2 2
p 3/2 4
2f
f 5/2− 6
f 7/2− 8
1h
h 9/2− 10
82
h 11/2− 12
3s
s 1/2+ 2
2d
d 3/2+ 4
d 5 2+ 6
1g
g 7/2+ 8
50
g 9/2+ 10
2p
p 1/2− 2
p 3/2− 4
1f
f 5/2− 6
f 7/2− 8
2s
20
s 1/2+ 2
1d
d 3/2+ 4
d 5/2+ 6
8
1p
p 1/2− 2
p 3/2− 4
1s
s 1/2+ 2
2
செவ்வக வடிவான நிலையாற்றல் புலக்கிணறு
தற்சுழற்சி-சுற்றுப்பாதை பிணைப்பால் ஆற்றல் மட்டத் துணைப்பிளவு

படம் 2



ஒரு நியூக்ளியானின் சுற்றுப்பாதை, தற்சுழற்சி, கோண உந்தங்களின் பிணைப்பு.

என்பன முறையே முதன்மைக் குவாண்டம் எண்ணையும் ஆரக்குவாண்டம் எண்ணையும், சுற்றுப்பாதைக் குவாண்டம் எண்ணையும் குறிக்கின்றன.

∧—இன் மதிப்புகள் சுழியைச் சேர்த்து முழு எண்ணாகவே இருக்கும்.

$l = 0$ என்றால் s நிலையைக் குறிக்கும்
$l = 1$ என்றால் p நிலையைக் குறிக்கும்
$l = 2$ என்றால் d நிலையைக் குறிக்கும்
$l = 3$ என்றால் f நிலையைக் குறிக்கும்
$l = 4$ என்றால் g நிலையைக் குறிக்கும்
$l = 5$ என்றால் h நிலையைக் குறிக்கும்
$l = 6$ என்றால் i நிலையைக் குறிக்கும்

மொத்த கோண உந்தம் (j) = $l + \frac{1}{2}$ அல்லது— $l \frac{1}{2}$ ஆகும். j-இன் ஒவ்வொரு மதிப்புக்கும் $(2j + 1)$ நியூட்ரான்கள் அல்லது புரோட்டான்கள் உள்ளன. l-இன் ஒவ்வொரு மதிப்புக்கும் $2(2l + 1)$ புரோட்டான்கள் அல்லது நியூட்ரான்கள் உள்ளன.

$l = 0$ தவிர, மற்ற மதிப்புகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் நியூக்ளியானின் ஆற்றல் மட்டம் $j = l + \frac{1}{2}$ -க்கு ஒன்றாகவும், $j = l - \frac{1}{2}$ -க்கு மற்றொன்றாகவும் இரண்டு துணை மட்டங்களாகப் பிரிகின்றன. மேலும் j-ன்ஒவ்வொரு மதிப்புக்கும் புரோட்டான்களின் அல்லதுநியூட்ரான்களின்எண்ணிக்கைj-ன் மதிப்புக்கு வலது புற மூலையில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. காட்டாக, $(\frac{3}{2})^4$ என்றால் $j = 3/2$ மதிப்புள்ள நான்கு நியூக்ளியான்கள் உள்ளன என்று கொள்ள வேண்டும். கடைசி பத்தியில் நிறைவுபெற்ற கூடுகளில் உள்ள நியூட்ரான்கள் அல்லது புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இவை மாய எண்களுடன் ஒத்துள்ளன.

நியூக்ளியான்களின் ஆற்றல் மட்டநிலைகள்

சார்பற்ற துகள் மாதிரியில் செவ்வக வடிவான நிலை ஆற்றல் புலக்கிணற்றைப் பயன்படுத்தி நியூக்ளியான்களுடைய ஆற்றல் நிலைகளின் வரிசை, அவற்றின் ஆர, சுற்றுப்பாதைக் குவாண்டம் எண்களால் குறிக்கப்பட்டுள்ள மையத்தில் தற்சுழற்சி, சுற்றுப்பாதை பிணைப்பால் ஒவ்வொரு ஆற்றல் மட்டமும் ($l = 0$ தவிர) $j = l + 1/2$, $j = l - 1/2$ எனத் துணை மட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. சமச்சீர்ப் பண்பு, ஒவ்வொரு நிலையின் வலது பக்க மூலையில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. p, f, h போன்ற நிலைகளுக்கு ஒற்றைப் படைச்சமத்துவப் பண்பு (−) குறியாலும், s, d, g போன்ற நிலைகளுக்கு இரட்டைப் படைச்சமத்துவப் பண்பு (+) குறியாலும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

வி. சி.

நூலோதி

1. **Aage Bohr and Bew R. Mottelson**, *Nuclear Structure* Benjamin New York, 1969.

2. **G.E. Brown**, *Unified Theory of Nuclear Forces*, North Holland, Amsterdam, 1967.

அணுக்கருப் படைக்கலங்கள்

அணுக்கருப் படைக்கலங்களின் (Nuclear weapons) மிக அதிக அளவிலான, வெடிக்கும் சக்தி அணுக்கருக் களின் பிளவு அல்லது பிணைப்பினால் (Fission or fusion of atomic nuclei) பெறப்படுகின்றது. கிலோ டன் (1,000 டன்கள்) மெகாடன் (10,00,000 டன் கள்)களுக்குச் சமமான டி.என்.டி, என்று அவற்றின் வெடிப்பின் விளைவினை விரித்துரைக்கும்போது, இவற் றின் முக்கியத்துவத்தினை நாம் அறிகின்றோம். எடுத்துக்காட்டாக, 1945ஆம் ஆண்டு ஜப்பான் நாட் டில் ஹீரோஷீமாவில் போடப்பட்ட முதல் அணுகுண்டு 100 பவுண்டுகளுக்கும் (45 கிலோ கிராம்களுக்கும்) குறைவான யுரேனியம் கொண்டது. வெடித்தபோது 20,000 டன்கள் (20 கிலோ டன்கள்) கொண்ட வேதி யியல் வெடி மருந்தினை (Chemical explosive) வெடிப் பதற்குச் சமமான சக்தியை வெளிப்படுத்தியது. பிணைப்பு அல்லது, வெப்ப அணுக்கருக் குண்டுகள் (H-குண்டுகள்) [Fusion or thermo nuclear bombs (H-Bombs)] 60 மெகா டன்கள் வரை விளைவுகள் கொண்டிருந்தன. அணுக்கருப் படைக்கலங்கள் குண்டு களாக விமானம் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டன. உந்து விசையால் இயங்கும் ஏவுகணைகளின் வெடிப்பு முனைப்பகுதிகளில் பொருத்தப்பட்ட அணுகுண்டுகள் (Nuclear war heads for ballistic missiles) மிகவும் முக்கியமான அணுக்கருப் படைக்கலங்களாகக் கருதப் படுகின்றன. சிறிய அளவிலான போர்த்திறம் சார்ந்த அல்லது போர்க்களத்திற்கான (Tactical or battlefield) பீரங்கி வழியாக எறியப்படத்தக்க, தகர்க்கும் படைக் கலங்களாக (Demolition munitions) அணுக்கருப் படைக்கலங்கள் உள்ளன.

அணுக்கருப் பிளவுப் படைக்கலங்களின் அடிப்படைச் செயல்முறைக் கொள்கை யாதெனில் தேவையான அளவில் யுரேனியம் ஓரிடத்தனிமமான (Isotope), யுரே னியம்-235 அல்லது புளூடோனியம் ஓரிடத்தனிமமான புளூடோனியம்-239 இனை "மிகை நெருக்கடி நிலைக் குக் கொண்டு செல்வதாகும்" ("Go super critical") அதாவது கூட்டமைப்பில் (Assembly) நியூட்ரான்கள் தப்பித்துச் செல்வதைக் காட்டிலும் அதிக வேக அள வில் அந்நியூட்ரான்களைத் (பிளவிற்குக் காரணமாய் அமைந்து அதன் வழியாக அப்பிளவில் நியூட்ரான் களை விடுவித்து) தோற்றுவிக்க வேண்டும். கீழ் நெருக் கடிக் கூட்டமைப்பினால் (Subcritical assembly) ஆக்கப் பெற்ற பிளவுப் பொருளினை மிகை நெருக்கடி நிலைக் குக் (Super critical) கொண்டு சென்று வெடிப்பினை ஏற்படுத்த இரண்டு வழிகள் உள்ளன. இக்கீழ் நெருக் கடிக் கூட்டமைப்பு இரு பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும். இவை ஒவ்வொன்றும் மிகச் சிறியதாய் உள்ளமையால் ஆக்கமுறையான பெருக்குவீத அளவு (Positive multi- plication rate) பெறாமல் உள்ளன. துப்பாக்கி வகையான கருவியால் (Gun type device) இவ்விரு பகுதிகளையும் ஒன்றாக எறியும் போது இவ்விரண் டும் ஒன்று சேர்ந்து வெடிப்பினை ஏற்படுத்தும். இதற்குமாறாக ஒரு கோள வடிவமான கீழ் நெருக்கடிக் கூட்டமைப்பைச் (Spherical sub critical assembly) சூழ்ந்த உறையில் (Shell) உயர் வெடிதிறனைக் கொண்ட வேதியியல் வெடிபொருள் (Chemical high explosive) வைக்கப் பட்டுள்ளது. இவ்வெடி பொருள் வெடிக்கும் போது இக்கூட்டமைப்பு அழுத்தப்பட்டு மிகை நெருக்கடி நிலையை அடைந்து வெடிக்கிறது.

வெப்ப அணுக்கரு அல்லது பிணைப்புப்படைக்கலத் தின் (Thermo nuclear or fusion weapon) அடிப்படைத் தத்துவம் யாதெனில் வெப்ப அணுக்கரு எரிபொருளான (Thermo nuclear fuel) சாதாரண அய்ட்ரஜனின் எடை யைப் போன்று இரு மடங்கு எடையினைக் கொண்ட அய்ட்ரஜன்ஓரிடத்தனிமமான டியூடெரியம் (Deuterium அல்லது லிதியம் டியூடரைடு (Lithium deuteride) ஆகிய வற்றில் எரியவைக்கும் நிலையினைத் தோற்றுவிப்ப தாகும். சூரியனை ஒரு வெப்ப அணுக்கருக் கருவியாகக் (Thermo nuclear device) கொள்ளலாம். அதன் முக்கிய எரிபொருள் டியூடெரியம் ஆகும். டியூடெரியத்தினை அது தன் உட்பகுதியில் 10,000 000° செ. முதல் 20,000,000° செ. வெப்ப நிலைகளில் (18,000,000° முதல் 36,000,000° பா.) எடுத்துக் கொள்கின்றது. படைக்கலத்தில் ஒப்பிடத்தக்க வெப்ப நிலைகளை அடைய பிளவுக் கருவி (Fission device) பயன் படுத்தப் படுகின்றது.

பிளவு அல்லது பிணைப்புப் படைக்கலத்தை, வடிவ மைத்துக் கட்டுவதில் சமாளித்தற்கரிய விஞ்ஞானத் தொழில் நுட்பப் பிரச்சினைகள் இல்லையெனலாம். 1964 வரையில் ஐக்கிய அமெரிக்கநாடுகள், சோவியத் யூனியன், இங்கிலாந்து, பிரான்சு, சீனா ஆகிய ஐந்து நாடுகள், இவ்விருவகையான படைக்கலங்களையும், சோதித்தும் குவித்தும் வந்துள்ளன. 1974 ஆம்ஆண்டு இந்தியா, அணுக்கருக் கருவியினைச் சோதித்தது. மற்றும் பல நாடுகள், இத்தகைய கருவிகளைத் தயாரிப் பதில் திறமை படைத்து இருந்த போதிலும் அணுக்கருப் படைக்கலங்கள் பரவாதிருப்பதற்கான 1968 ஆம் ஆண்டின் உடன் படிக்கையினைக் (Treaty on the non-proliferation of nuclear weapons) கையெழுத்திட்ட நாடுகட்கு இதற்கான நடைமுறைகள் கடுமை வாய்ந்த வையாகச் செய்யப் பெற்றுள்ளன.

பிளவுப் படைக்கலங்கள் (Fission weapons)

1930 ஆம் ஆண்டில் செயற்கைக் கதிரியக்கக் (Artifi cial radioactivity) கண்டுபிடிப்பைத் தொடர்ந்து இத் தாலிய நாட்டு விஞ்ஞானியான என்ரிகோ பெர்மி, தொடர்ந்து செய்த சோதனைகளில் பல தனிமங்களைக் குறை-வேக நியூட்ரான்களுக்கு (Low velocity neutrons) உட்படுத்தினார். இப்படி 400க்கும் மேற்பட்ட புதிய கதிரியக்கப் பொருள்களை (Radio active substances) அவர் பெற்றார். ஆனால் இவை எல்லாமே சோத

னைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட தனிமங்களின் ஓரிடத்தனிமங்களாகவே இருந்தன. அதாவது வேதியியற்படி, அதே தனிமங்களாகவும் ஆனால் வேறுபட்ட அணுப்பொருள் அளவினைக் (Atomic mass) கொண்டவையாயும் இருந்தன. தோரியத்தையும் யுரேனியத்தையும் அவர் சோதித்த போது, முக்கியமானதொரு விதிவிலக்கைக் கண்டார், அதாவது, வேதியியற்படி வேறுபட்ட கதிரியக்க விளைபொருள்கள் தோன்றின. இது ஆரம்பத்திலிருந்த தனிமங்களின் ஓரிடத்தனிமங்களுக்குப் பதிலாக, புதிய தனிமங்கள் தோன்றியுள்ளன என்பதைக் காட்டியது. யுரேனியத்திற்கும் அப்பாற்பட்ட (தனிமம்-92) (Element - 92) தனிமங்களைத் தோற்றுவித்ததாகப் பெர்மி தீர்மானித்தார். இதன் பின்னர் தனிம அட்டவணையின் கடைசித் தனிமங்களை யுரேனியத்திற்கும் அப்பாற்பட்ட தனிமங்கள் (Trans uranic elements) என்றழைத்து அவற்றில் இரண்டிற்கு ஆசீனியம் (Ausenium) (தனிமம்-93) என்றும் ஹெஸ்பெரியம் (தனிமம் -94) என்றும் பெயரிட்டார். 1938 ஆம் ஆண்டு அவர் செய்த பணிக்காக நோபல் பரிசு பெற்றபொழுது ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த ஆட்டோஹான், பிரிட்ஸ் ஸ்ட்ராஸ்மான் ஆகிய இருவரும் அப்புதிய தனிமங்களில் ஒன்று, உண்மையிலேயே பேரியம் (தனிமம் –56) ஆகும் என்று கண்டறிந்தனர்.

1939 ஆம் ஆண்டு ஜனவரி திங்களில் டேனிஷ் நாட்டு விஞ்ஞானியான நீல்ஸ்போர் என்பவர் ஆஸ்திரிய நாட்டைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானியான லீஸ்மெய்ட்னர் என்பவரும், அவர்தம் உடன்பிறந்தார் மகனான ஆட்டோபிரிஷ் என்பவரும் வழங்கிய விளக்கத்தை ஒப்புக்கொண்டு, ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டிற்குப் பயணம் மேற்கொண்டார். ஹான்ஸினுடைய வியப்பூட்டும் குறிப்புகளுக்கு ஒரு புதிய முறையால் மட்டுமே விளக்கம் அளிக்க முடிந்தது. குறைவேக நியூட்ரான்கள், யுரேனியம் அணுக்கருப் பிளவிற்கு அல்லது இரண்டாக உடைதலுக்குக் காரணமாக அமைந்தன என்றும் அதனால் கிடைத்த இரு பிளவுத் துண்டுகளாகப் பேரியமும், கிரிப்டானும் கிடைத்தன என்றும் இவ்விரண்டின் அணு எண்களையும் கூட்டும்போது அது யுரேனியம் அணுக்கருவிற்குக் சமமாக உள்ளதென்றும் விளக்கம் தரப்பட்டது. இம்முறையில் மிகுந்த அளவு சக்தி வெளியிடப்பட்டது. பல பரிசோதனைக் கூட்டங்களில் இச்செய்தி, சோதனைகளைத் தொடங்கக் காரணமாய் அமைந்தது. பிரின்ஸ்டனில், போர், ஜான்வீலருடன் வேலை செய்தார். அவர்கள் தம் ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையில் யுரேனிய ஓரிடத் தனிமமான யுரேனியம்-235 மட்டும் தான் பிளவு அடைகிறதென்றும் மற்ற ஓரிடத் தனிமமான யுரேனியம்-238 நியூட்ரான்களை உட்கவர்கிறது என்றும் கூறினார். பிளவுமுறையில் நியூட்ரான்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன என்று கண்டறியப்பட்டது. சராசரியாக ஒவ்வொரு பிளவுறும் அணுவும், இரண்டு நியூட்ரான்களுக்கு மேல் தோற்றுவித்தது. தக்க அளவிலான பொருளைக் கூட்டமைக்கும்போது இந்தக்கட்டற்ற நியூட்ரான்கள் (Free neutrons) தொடர் இயக்கத்தைத் (Chain reaction) தோற்றுவிக்கும். தனிப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் அதிவேகமான தொடர் இயக்கம் மிக அதிக அளவில் சக்தியை வெளிப்படுத்தும், சுருங்கக்கூறும்போது நம்பமுடியாத அளவில் சக்தியை வெளிப்படுத்தும் படைக்கலங்களை இப்படித் தயாரிக்க இயலும்.

பிளவுக்குண்டினை உருவாக்குதல் (Development of the fission bomb)

நாசி ஜெர்மெனியால் (Nazi germany) இத்தகைய படைக்கலத்தை உருவாக்க இயலும் என்பது மற்ற விஞ்ஞானிகளிடையே கவலையைத் தோற்றுவித்தது. இது ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் அப்போது வாழ்ந்து வந்த ஆர்பர்ட் அய்ன்ஸ்டீனால் அமெரிக்கக் குடியரசுத் தலைவரான பிராங்ளின்-டீ-ரூஸ்வெல்ட் அவர்களின் கவனத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டது. குடியரசுத் தலைவர் யுரேனியத்திற்கான ஆலோசனை கூறும் குழுவினை நியமித்தார். இக்குழு யுரேனியத்தில், இத்தொடர் இயக்கம் இயலும் எனத் தெரிவித்தது. ஆனால் இதனை மெய்ப்பிக்க இயலவில்லை. நியூயார்க் நகரத்தில் கொலம்பியா பல்கலைக் கழகத்தில் யுரேனியத்தைக் கொண்டும், கார்பனைக் கொண்டும், தொடர் இயக்கச் சோதனைகள் தொடங்கப்பட்டன. 1940ஆம் ஆண்டு மார்ச்சு மாதம், குறைவேக நியூட்ரான்களினால், யுரேனியம் பிளவடைவதற்கு யுரேனியம்-235 ஓரிடத்தனிமம் தான் காரணமாய் அமைந்தது என்று கண்டறியப்பட்டது. யுரேனியத்திற்கான ஆலோசனைக் குழு கொலம்பியா பரிசோதனைகளுக்கான ஆதரவினை அளித்து, மிக அதிக அளவில் கிடைக்கும் யுரேனியம்-238 இலிருந்து யுரேனியம்-235 ஓரிடத் தனிமத்தைப் பிரிக்கக்கூடிய முறைகளைக் கண்டறிவதற்கான ஏற்பாடுகளைச் செய்தது. (இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தில் 0.7% அளவில் யுரேனியம் 235ம், அதில் மிகுந்த அளவிலான மீதி, யுரேனியம்-238ம் ஆகும்.) வேகச் சுழற்சியினால் பெறும் முறையில் பால் ஏட்டினைப் பிரிக்கும் கருவியைப் (Cream separator) போன்ற ஒன்றில் வெளிப்புறத்தில் நூல் இழுக்கப்படுவது போன்று, கன ஓரிடத்தனிமம் (Heavier isotope) பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. இம்முறை மிகவும் பயனுள்ளதுபோல் முதலில் தோன்றியது. ஆனால் கொலம்பியாவில் இதற்கு மாறான முறை உருவாக்கப்பட்டது. இம்முறையில் தடைகளின் (Barriers) வழியாக அல்லது வடிகட்டும் அமைப்புகள் (Filters) வழியாக வாயு நிலையிலுள்ள யுரேனியம் ஹெக்ஸாபுளோரைடு பரவவிடப்பட்டது. இவ்வடிகட்டும் அமைப்புகளின் வழியாக,கன ஓரிடத்தனிமத்தைக் காட்டிலும், இலேசான ஓரிடத்தனிமமான யுரேனியம்-235 இன் மூலக்கூறுகள் (Molecules) சென்றன. இம்முறை கலவையின் செறிவூட்டத்தைச் (Enrichment) சிறிதளவு உயர்த்தியது. யுரேனியம்-235 கலவையினை 90% அளவில் செறிவூட்டப் பல ஆயிரக்கணக்கான நிலைகளைக் கொண்ட வரிசை முறையிலான அமைப்புகள் (Sequence of several thousand stages) தேவைப்படுகின்றன. இத்

தடைகளை அமைப்பதற்கான மொத்தப் பரப்பளவு பல ஏக்கர்களாகும். பர்க்லியிலுள்ள கலிபோர்னியா பல்கலைச்கழகத்தில் 1940ஆம் ஆண்டு கோடைகாலத்தில் எட்வின் மேக்மில்லனும் பிலிப் ஆபெல்சனும் நெப்டூனியம்-93 என்ற தனிமத்தினைக் கண்டுபிடித்தனர். இத் தனிமம், தனிமப்-94க்குக் கழிவடையும் என்றும் முடிவு செய்தனர். இப்புதிய தனிமத்தின் பொருள் அளவு எண் 239 (Mass number 239) கொண்ட ஓரிடத்தனிமம் குறைவேக நியூட்ரான் தகர்த்தலினால் (Low-velocity neutron bombardment) பிளவுறும் என்று போர்-வீலர் பிளவுக் கோட்பாட்டில் (Bohr and Wheeler fission theory) மேலும் தெரிவிக்கப்பட்டது. பர்க்லியிலுள்ள கலிபோர்னியா பல்கலைக் கழகத்திலுள்ள, சைக்ளோட்ரானைக் கொண்டு சோதனைகளுக்குத் தேவையான தனிமம்-94இனைத் தயாரித்தனர்.

1941 ஆம் ஆண்டு மத்தியில் 94 தனிமத்தைக் கண்டு கொண்டு அதற்குப் புளூட்டோனியம் என்று பெயரிட்டனர்; மேலும் அதனுடைய பிளவுறும் பண்புகள் (fission Characteristics) நிலை நிறுத்தப்பட்டன. குறைவேக நியூட்ரான்கள், அதனைப் பிளவுபடுத்தக் காரணமாய் அமைந்தன. மேலும் இதன் பிளவுறும் வீதஅளவு யுரேனியம்-235 ஐக் காட்டிலும் அதிகமாக உள்ளது. எர்னஸ்ட்லாரன்ஸ் தலைமையிலான பர்க்லி குழு, அவர்களிடமுள்ள சைக்ளோட்ரான்களில் ஒன்றினை மிகைப் பொருண்மை அலைமாலை வரைவியாகப் (Super mass spectrograph) பயன்படுத்தி, மிகுந்த அளவிலான யுரேனியம் 235 இனைத் தயாரிப்பதில் கவனம் செலுத்த முற்பட்டது. இப்பொருண்மை அலைமாலை வரைவியில் (Mass spectrograph) காந்தவயலைப் பயன் படுத்தி யுரேனியம் அயான்களால் ஆக்கப்பெற்ற மின்சாரத்தை (Current of uranium ions) வளையும்படி செய்கின்றது. இலேசான அயான்களைக் (யுரேனியம்-235) காட்டிலும் கனமான அயான்கள் (யுரேனியம்-238) அதிக அளவிலான ஆரத்தில் வளைகின்றன; இம் முறையில் பிரிக்கப்பட்ட இருவகை மின்சாரங்களும் தனித்தனியான கொள்கலங்களில் வந்தடைகின்றன. 1941 ஆம் ஆண்டு இளவேனிற்காலத்தில் மறு ஆய்வுக் குழு (Review committee) அணுக்கரு வெடிபொருள் 1945 ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர் கிடைக்காது எனத் தெரிவித்தது. இயற்கை யுரேனியத்திலிருந்து, பெறப்படும் தொடர் இயக்கம் இன்னும் 18 மாதங்களில் கிடைக்கும் என்றும் குண்டு தயாரிக்கப் போதுமான புளூட்டோனியத்தைத் தயாரிக்கக் குறைந்தது இன்னும் ஓர் ஆண்டாவது ஆகும் என்றும், தேவையான யுரேனியம்-235 இனைப்பிரித்தெடுக்க மூன்றிலிருந்து ஐந்தாண்டுகள் வரை ஆகும் என்றும் எடுத்துரைத்தது. மேலும் இத்தகைய மதிப்பீடுகள் நம்பிக்கையூட்டுமாறு இருந்தன. வன்னீவர்புஷ் என்ற அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டு விஞ்ஞானியின் அறிவுரையின் படி குடியரசுத் தலைவர் ரூஸ்வெல்ட் விஞ்ஞான ஆய்வுக்கும் அதன் வளர்ச்சிக்குமான அலுவலகத்தை (Office of scientific research and development) நிறுவினார். பிரிட்டன் நாட்டுக்குழு (British committee) அதே நேரத்தில் அவர்களுடைய யுரேனியம்-235 குண்டு திட்டத்தினை அதிவேகத்தில் கொண்டு செல்ல அறிவுரை வழங்கியது.

1941 ஆம் ஆண்டின் கடைசிப் பகுதியில் இயற்கை யுரேனியத்தையும், கார்பனைக் கொண்டும் செய்யப்பட்ட கொலம்பியா தொடர் இயக்கப் பரிசோதனை எதிரான விளைவுகளை வழங்கியது. போரான் சேர்க்கையினால் எழுந்த தூய்மையற்ற நிலையினால் நியூட்ரான்கள் உறிஞ்சப்பட்டு ஊறு விளைந்துள்ளது எனமறு ஆய்வுக்குழு கண்டறிந்தது. எல்லா வேலைகளையும், சிகாகோ பல்கலைக் கழகத்திற்கு மாற்றப்பட வேண்டும் என்றும்,உயர்-தூய்மை கொண்ட கார்பனுடன் (High purity carbon) அவ்விடத்தில் இச்சோதனையினை மீளச் செய்ய வேண்டும் என்றும் தீர்மானிக்கப்பட்டது. பர்க்லியில் சைக்ளோட்ரான் பொருண்மை அலைமாலை வரைவியாக (Mass spectrograph) மாற்றப்பட்டது. (இது காலுட்ரான் (Calutron) என்று தற்போது வழங்கப்படுகின்றது). இக்கருவி எதிர்பார்ப்பிற்கும் மேலாக யுரேனியம்-235 இனைப் பிரித்தது. இது மேலும், பத்து காலுட்ரான் அமைப்பாக விரிவாக்கப்பட்டது. இதனுடைய மொத்த அயனி மின்சாரம் (Ion current) ஓர் ஆம்பியர் அளவைக் கொண்டும், ஒரு நாளைக்குப் பத்தில் ஒரு பங்கு அவுன்சு அளவு யுரேனியம்-235 இனையும் தயாரிக்கும் திறம் கொண்டும் இருந்தது. 1941 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதத்தில் இரண்டாம் உலகப் போரில் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் நுழைவு பெருத்த ஆய்விற்கும் பிளவுப் பொருள்கள் (Fissionable materials) கிடைப்பதற்கு உருவாக்கும் முயற்சிக்காகவும் தேவையான பணத்தை வழங்க உறுதியளித்தது. ஒரே நேரத்தில் எல்லா வகையான நம்பிக்கையூட்டத்தக்க உருவாக்கும் முறைகளையும் செய்ய வேண்டுமென்ற முடிவு மே மாதம் 1942 ஆம் ஆண்டு எடுக்கப்பட்டது. தோற்றுவிக்கும் நிலையத்தின் கட்டுமானச் செயல்களுக்குப் படைப்பாதுகாப்பு வழங்க வேண்டும் என்று புஷ் தீர்மானித்தார். பொறிஞர்களின் படைப்பிரிவு நியூயார்க் நகரத்தில் ஓர் அலுவலகத்தைத் தொடங்கி அதற்கு மேன் ஹாட்டன் பொறிஞர் மாவட்ட அலுவலகம் (Manhattan engineer district office) என்று பெயரிடப்பட்டது. முன்னர் செய்யப்பட வேண்டியவை பற்றிய விவாதத்திற்குப் பின்னர் செயல் படத்தக்க இணக்கம் ஏற்பட்டது. இதில் மூன்று பேர் கொண்ட கொள்கைக் குழு உருவாக்கப்பட்டது. இதன் தலைவராக,புஷ் நியமிக்கப்பட்டார். ஜெனரல் லெஸ்லீ குரோவ்ஸ் என்பவர் மேன் ஹாட்டன் பொறிஞர் மாவட்டத்தின் தலைவரானார். குரோவ்ஸ் வாயு முறைப் பரவல் வழியான பிரித்திடும் நிலையத்தையும் (Gaseous diffusion separation plant) புளூடோனியம் தயாரிக்கும் அமைப்பினையும் (Plutonium production facility) மேலும் ஒரு காலுட்ரான் முன்னோடி நிலையத்தினை (Calutron pilot plant) அமைப்பதற்கான ஒப்பந்தங்களையும் செய்தார். இந்நிலையங்கள் பின்னர் விரிவாக்கப்பட வேண்டும் என்றும் தீர்மானிக்கப்பட்டது.

1942-ஆம் ஆண்டு, டிசம்பர் 2-ஆம் நாள் பெர்மியினுடைய தொடர்-இயக்கப் பரிசோதனை வெற்றி அடைந்தது. இதற்கு முன் தினம் தோற்றுவிக்கக் கூடிய உலைகளுக்கான கட்டுமான ஒப்பந்தங்களில் (Construction contract for the Production reactors) குரோவ்ஸ் கையெழுத்திட்டார். பல பிரச்சினைகள் தீர்க்க முடியாமல் இருந்தன. பரவுதல்தடை (Diffusion barrier) செயல் முறைக்கு ஏற்றதாய் அமையவில்லை. பர்க்லியில் செயலறிவால் மட்டுமே வடிவமைக்கப்பட்ட காலுட்ரான் (Empirically designed calutron) வெற்றிகரமாக அமைந்தது. ஆனால் ஓக் ரிட்ஜ் முன்னோடி நிலையத்தில் (Oak ridge pilot plant) ஒப்பந்தக்காரர்கள், மிகப் பெருத்த அளவில் யுரேனியம்-235 இனைப் பிரிப்பதற்கான கிடைக்கக்கூடிய தோராயமான விவரங்களைக் (Rough specifications) கண்டு அமைதியற்று இருந்தனர். இதற்கு Y 12 முயற்சி என்று பெயரிடப் பட்டது. புளூட்டோனியவேதியியலைப் (Plutonium chemistry) பற்றி ஒன்றுமே தெரியாமல் இருந்தது. பிளவின்போது புளூடோனியம், நியூட்ரான்களை வழங்கியதா என்றும் அவ்வாறிருந்தால் எத்தனை என்பது போன்ற விவரங்கள் தெரியாமலும் இருந்தன.

இதற்கிடையில் மறுசீரமைப்பின் ஒரு பகுதியாக 1942-ஆம் ஆண்டு ஜூன் மாதம் ஜெ. ராபர்ட் ஆப்பன் உறீமர், Y திட்டத்தின் இயக்குநர் ஆனார். இக்குழு உண்மையான படைக்கலனை வடிவமைக்கும் பணியில் ஈடுபட்டது. இம்முயற்சி பல இடங்களில் பரவலாக்கப் பட்டது. அந்த ஆண்டு இறுதியில் குரோவ்ஸ்ம், ஆப்பன் உறீமரும் நியூமெக்சிகோவில் ஆல்பகர்க்கிற்கு வடக்கில் 90 மைல்களுக்கு (140 கிலோ மீட்டர்கள்) அப்பால் பழைய லாஸ்அலெமாஸ் கால்நடை வளர்ப்புப் பண்ணைக்கான பள்ளியினைத் தங்களது பரிசோதனைக் கூட இடமாகத் தேர்ந்தெடுத்தனர். ஜூலை மாதத்திற்குள் இரண்டு முக்கியமான ஊக்கம் அளிக்கத்தக்கதான பரிசோதனைக் குறிப்புகள் (Experimental data) கிடைத்தன. யுரேனியம்-235 இனைக் காட்டிலும் பிளவின் போது புளூடோனியம் நியூட்ரான்களை வெளிவிட்டது, படைக்கலப் பொருளினை (Weapon materials) மிகை நெருக்கடிக் கூட்டமைப்பிற்குக் (Super critical assembly) கொண்டுவரத் தேவையானநேரத்தைக் காட்டிலும் குறுகிய காலத்தில் நியூட்ரான்கள் வெளிவந்தன. இக்கோட்பாட்டினை உருவாக்குபவர்கள் (Theorists) ஊக்கத்தினைத் தளர்வடையச் செய்யும் குறிப்பினை வழங்கினர். அதாவது யுரேனியம்-235இன் நெருக்கடிப் பொருள் அளவின் தேவை மும்மடங்கு அதிகமாகும் என்றும் அதன் அளவு 22.5 லிருந்து 45.5 கிலோகிராம் வரை ஆகும் என்றும் தெரிவித்தனர்.

1943-ஆம் ஆண்டின் கோடைகாலத்திலும், அவ்வாண்டின் இறுதிவரையிலும் பீரங்கி முறையிலான கூட்டமைப்பை (Gun method of assembly) உருவாக்கும் முறைக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கப்பட்டது. இது யுரேனியம் 235இன் (அல்லது புளூடோனியம்-239) கீழ் நெருக்கடிக்கூறினை (Sub critical piece) மற்றொரு யுரேனியம்-235 இன் கீழ்நெருக்கடிக்கூறுடன் சேர்த்துப் பீரங்கிக் குழலில் (Gun barrel) வைத்து எறிய வேண்டும் என்ற நோக்கத்தையுடையது. இவ்விரு பொருள் அளவுகளும் சேர்ந்த பிறகு (இப்போது மிகை நெருக்கடி நிலை (Super critical) உண்டாகும் தொடர் இயக்கத்தை நியூட்ரான் மூலத்தைக் (Neutron source) கொண்டு ஆரம்பிக்க வேண்டும் புளூடோனியம் பீரங்கியில் (Plutonium gun) இது ஒரு பிரச்சினையாக உருவாகியது.. உலையில் (Reactor) யுரேனியம்-238 லிருந்து புளூடோனியம்-239 இனைத் தயாரிக்கும் போது அதிலுள்ள சில அளவிலான புளூடோனியம்-239, நியூட்ரானை எடுத்துக்கொண்டு புளூடோனியம்-240 ஆக மாற்றப்படுகின்றது. இப்பொருள் தன்னியல்பாகப் பிளவடைந்து நியூட்ரான்களைத் தோற்றுவித்தது. புளூடோனியம் கூட்டமைப்பில் (Plutonium assembly) சில நியூட்ரான்கள் எப்பொழுதும் இருந்து கொண்டிருப்பதால் நெருக்கடி நிலையினை அடைந்த உடனேயே அது பெருக்கம் அடையத் தொடங்குகிறது. மிகை நெருக்கடி நிலை அடையாததற்கு முன்பே முதிராத நிலையில் வெடித்துக் குறைந்த அளவில் சக்தியையே வெளிப்படுத்துகின்றது. பீரங்கியை வடிவமைப்பவர்கள் (gun designers) இப்பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண உயர் உந்து விசையில் எறியப்படத்தக்க வேகங்களை (Higher projectile speeds) அடைய முயற்சி செய்தனர், ஆனால் இறுதியில் அம்முயற்சியைக் கைவிட்டனர். ஏனெனில் அவர்களுக்குப் புதிய முறையான உள்வெடிப்பு (இம்ப்லோஷன்) முறையினைக் (Implosion method) கையாளலாம் என எண்ணம் தோன்றியது. 1943ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம், Y திட்டத்தின் இயற்பியல் விஞ்ஞானியான சேத் நெட்டர் மேயர் என்பவர் பீரங்கியில் இரண்டினை ஒன்று சேர்ப்பதற்குப் பதிலாக மிகை நெருக்கடிப் பொருள் அளவினைப் (Super critical mass) பல திசைகளிலிருந்து செலுத்தி ஒரு கூட்டமைப்பாக உருவாக்கிடலாம் எனக் கருத்துத் தெரிவித்தார். குறிப்பாக ஒரு கோளத்தின் மேற்பரப்பில் வெடிமருந்தின் அளவு பிரிக்கப்பட்டுப் பல எண்ணிக்கை அளவில் வைக்கப்பட்டிருந்தது. இவ் வெடிமருந்து எரிந்து அக்கோளத்தின் மையத்தில் கீழ் நெருக்கடிக்கூறுகளை (Subcritical pieces) சேர்த்துப் பொதுவான பந்து போன்ற அமைப்பினை உருவாக்கி விடும். போர்க்கவசத்தை ஊடுருவச் செய்யும் வெடி மருந்து வடிவமைப்பில் அனுபவம் மிக்கவரான ஜான் வான் நியூமேன் என்ற கணித வல்லுநர் இந்த இம்ப்லோஷன் முறையினை மிகவும் உற்சாகமாக ஆதரித்தார்; கூட்டமைப்பினை மிகை வேகத்தில் செலுத்தும் போது புளூட்டோனியம்-240 பிரச்சினையைத் தீர்த்து விடலாம் என்றும் அவர் குறிப்பிட்டார். எட்வர்ட் டெல்லர் என்ற இயற்பியல் விஞ்ஞானியும் குவியும் பொருள் அழுத்தப்படுவதனால் குறைந்த பொருள் தேவைப்படுவதற்கு வாய்ப்புண்டாவதைப் பற்றியும் எடுத்துரைத்தார். 1943ஆம் ஆண்டின் கடைசியில்

இம்ப்லோஷன் முறைக்கு அதிக முக்கியத்துவம் வழங்கப் பட்டது. 1944ஆம் ஆண்டு ஜுலை மாதத்தில் புளூட் டோனிய பீரங்கியைக் கட்ட இயலாது எனத் தெளிவா யிற்று. புளூட்டோனியத்தைப் படைக்கலமாகப் பயன் படுத்தும் ஒரே வழியாக இம்ப்லோஷன் முறை அமைந்தது.

1944-ஆம் ஆண்டில், ஆண்டொன்றிற்கு $ 1000, 000, 000 வீதம் மேன்ஹாட்டன் திட்டத்தில் செல வாயிற்று. இந்நிலை பெருங்கவலையைத் தோற்று விக்கும் குதிரைப் பந்தயம் போல் ஆயிற்று. எந்தக் குதிரை (காலுட்ரான் நிலையம், பரவல் முறையிலான திட்டம் அல்லது புளூட்டோனியம் உலைகள்) வெல் லும் என்று யாராலும் சொல்ல இயலவில்லை. அல்லது இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றாவது, இப்பந்தயத்தை முடிவுக்குக் கொண்டு வருமா என்றும் கூற இயல வில்லை. 1944ஆம் ஆண்டு ஜுலை மாதம் முதல் Y12 காலுட்ரான்கள் மூன்று மாதங்களாக வேலை செய்து கொண்டிருந்தன. ஆனால் இவை 50% இயங்கு திறத் தில்தான் வேலை செய்தன. பெட்டிகளில் அடைய முடியாத மிக அதிக அளவிலான பொருள் (யுரேனியம் 235 அல்லது யுரேனியம் 238) முக்கியப் பிரச்சினையாக அமைந்தது. இவ்வாறாக, இவை அமைப்பின் வழியே மீளவும் செலுத்த வேண்டிய சூழ்நிலையை உருவாக் கின. பரவல் முறையிலான நிலையம் (Diffusion plant) முடிவுறுவதற்கு நீண்டகாலம் ஆகும் நிலை இருந்தது, இதில் திருப்திகரமான வகையில் தடைகளை (Barriers) உருவாக்குவது பெரிய பிரச்சினையாக அமைந்தது. வாஷிங்டனில் ஹான்போர்டிலுள்ள முதல் உலை செப்டம்பர் மாதத்தில் தொடங்கப்பட்டது, ஆனால் அது உடனடியாகவே மூடப்பட்டுவிட்டது. பிளவுண்ட பொருள்களினால் நியூட்ரான்கள் கவர்ந்திழுக்கப்படு வதன் காரணமாக ஏற்பட்ட பிரச்சினையைத் தீர்க்கப் பல மாதங்கள் ஆயின. இப்படைக் கலத்தைத் தயாரிப் பதற்கு முன்னரே, இக்காலக்கழிவினால் ஐரோப்பாவில் ஏற்பட்ட போர் முடிவடைந்துவிடும் என்ற நிலை ஏற் பட்டது. இதனால் இறுதியான குறி ஜெர்மனியி லிருந்து ஜப்பானுக்குச் சிறிது சிறிதாக மாறியது.

1945ஆம் ஆண்டில் ஹாரிடுரூமேன், குடியரசுத் தலைவரான இரண்டு வாரங்கள் கழித்து இத்திட்டத் தின் நிலை அவரிடம் எடுத்துரைக்கப்பட்டது. பீரங்கி வடிவில் அமைந்திடும் யுரேனியம்-235 திட்டம் உறைந்து விட்டது. ஆகஸ்டு 1 வரை தேவையான அளவில் யுரேனியம்-235 ஐச் சேர்ப்பதற்கான வழி அமையவில்லை. ஜுலை மாதத் தொடக்கத்தில் இம்ப் லோஷன் கூட்டமைப்புச் (Implosion assembly) சோதனைக்குத் தேவையான புளூடோனியம்-239 கிடைக்கும் என்றும், இதற்கு அடுத்த சோதனைக்குத் தேவையானது ஆகஸ்டில் கிடைக்கும் என்றும் நிலை உருவாகியது. பல B-29 வகை விமானங்கள், இப் படைக்கலங்களைக் கொண்டுசெல்வதற்கு ஏற்றவாறு மாற்றி அமைக்கப்பட்டன. ஜப்பானிற்குத் தெற்கில் 1,500 மைல்களுக்கு அப்பால் மேரியானா தீவுகளி லுள்ள டினியன் என்ற இடத்தில் இதற்குத் துணை யான கட்டமைப்புகளைக் கட்டலாயினர்.

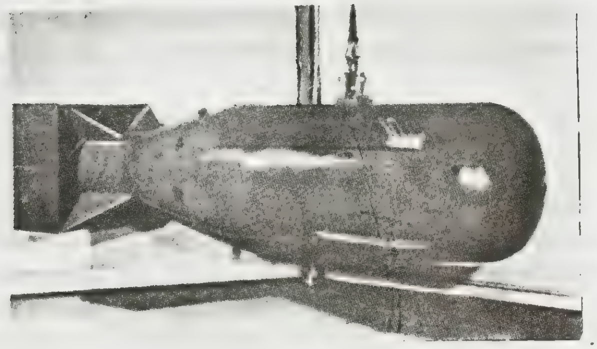
புளூட்டோனியப் படைக்கலச் சோதனைக்கு "டிரினிடி" (Trinity) என்று பெயரிடப்பட்டது. 1945ஆம் ஆண்டு ஜுலை திங்கள் 16ஆம் நாள் இதனை வெடித்தனர். கோட்பாட்டினை உருவாக்கு பவர்கள், இதன் சக்தி அளவு 1,000 டன்கள் டி.என். டி. முதல் 5,000 டன்கள் டி.என்.டி. வரை இருக்கும் எனக் கணக்கிட்டனர். ஆனால் இச்சோதனையில் சக்தி அல்லது விளைவு 20,000 டன்கள் டி.என்.டி. அளவு தோன்றியது.

ஹிரோஷிமா மீது அணுகுண்டு வீசுதல்

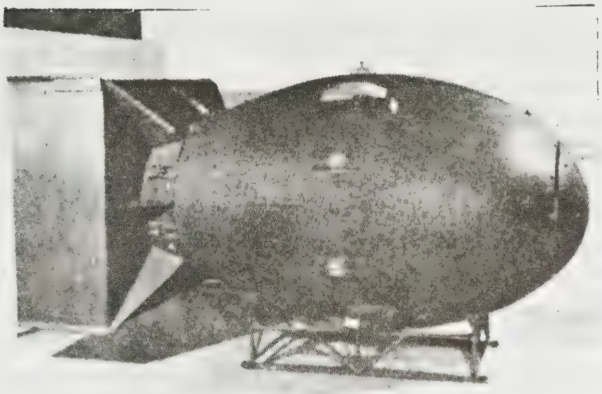
ஜப்பான் நாட்டில் ஹிரோஷிமா நகரத்தின் மேல் ஒருதனி B-29 குண்டுவீச்சு விமானம் 1945ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் 6ஆம் நாள் உள்ளூர் நேரம் காலை 8.15 அளவில் பறந்தது, சோதனை செய்யப்படாத யுரேனியம்-235 பீரங்கிக் கூட்டமைப்பு, கதிரியக்க விழும் பொருள்கள் உட்புறத்தில் விழுவதைத் (Local fall out) தவிர்க்க நகரத்தின் மேல் 2000 அடிகள் (650 மீட்டர்கள்) உயரத்தில் ஆகாயத்தில் வெடிக்கப் பட்டது. நகரத்தில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு அழிக்கப் பட்டுவிட்டது. 'டிரினிடி' யில் ஏற்கனவே சோதித்தது போன்ற புளூடோனியம் - 239 ஐக் கொண்ட இம்ப் லோஷன் கூட்டமைப்பிலான இரண்டாவது படைக் கலத்தை ஆகஸ்டு திங்கள் 11ஆம் நாள் கோகுரா மீது போடத் தீர்மானிக்கப்பட்டது. ஆகஸ்டு இறுதியிலோ அல்லது செப்டம்பர் ஆரம்பத்திலோ பயன்படுத்தும் நோக்கத்துடன், மூன்றாவது குண்டினையும் அமெரிக் காவில் தயாரித்துக் கொண்டிருந்தனர். மோசமான தட்பவெப்ப நிலையைத் தவிர்க்கும் நோக்கத்தில் குறிப் பிட்ட காலத்திற்கு முன்னரே அதாவது ஆகஸ்டு ஒன்ப தாம் நாளுக்கு இத்திட்டம் முன் தள்ளப்பட்டது. B-29 விமானம் 45 நிமிடங்கள் வரை கோகுரா மீது பறந்து இலக்கினை அடைய முடியாமல் போகவே, அது பின்னர் இரண்டாவது இலக்கான நாகசாகியை நோக்கிச் சென்றது. நாகசாகி நகரத்தின் பரப்பில் பாதி, குண்டு வெடிப்பினால் அழிக்கப்பட்டது. ஹிரோ ஷிமா, நாகசாகி நகரங்களில் பயன்படுத்தப்பட்ட அணு குண்டுகளை படம்-1 இலும் படம்-2 இலும் காண லாம்.

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டிற்கு வெளியே அமைந்த பிளவுப் படைக்கலத்திட்டங்கள் (Fission weapon Programs out side the U.S.)

இரண்டாவது உலகப்போரின் போது அணு உலை கள் (Nuclear reactors) பிளவுப் படைக்கலங்கள் தொடர்பான சோதனைகளைப் பல நாட்டிலுள்ள விஞ்ஞானிகள் மேற்கொண்டனர். ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டைத் தவிர வேறு எந்த நாட்டினாலும்



படம்-1 1945ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் 6ஆம் நாள் ஜப்பான் நாட்டின் ஹீரோஷிமா நகர்மீது வெடிக்கப்பட்ட அணுகுண்டு. போரில் முதன் முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் அணுக் கருப் படைக்கலன். இதன் நீளம் 10 அடி, அகலம் 28 அங்குலம், எடை 9000 பவுண்டு. இதன் அழிக்கும் விளைவு 20000 டன் டி.என்.டிக்குச் சமமானது.



படம்-2 1945ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் 9ஆம் நாள் ஜப்பான் நாட்டில் நாகசாகி நகரின் மீது வெடிக்கப்பட்ட அணுகுண்டு. இது ஜப்பான் நாட்டின் மீது இரண்டாவதாகப் பயன்படுத்தப் பட்ட குண்டாகும். இதன் நீளம்128 அங்குலம்; அகலம் 60 அங்குலம் எடை 10000 பவுண்டு. இதன் அழிக்கும் விளைவு 20000 டன் டி.என்.டிக்குச் சமமானது.

யுரேனியம்-235 ஐப் பிரிக்கவோ, புளூட்டோனி யத்தைத் தயாரிக்கவோ திட்டங்களை நிறைவேற்ற இயலவில்லை. பாரிசில் ஜீன் பிரெடெரிக், ஜொலி யாட் கியூரி, மேலும் அவருடன் வேலை செய்யும் இரு வரும் பிளவின்போது வெளிப்பட்ட நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை அளந்து, தொடர் இயக்கம் நடை பெறச் செய்ய இயலும் என்று முடிவு செய்தனர். மற்று மொரு பிரெஞ்சு நாட்டு விஞ்ஞானி நெருக்கடிப் பொருள் அளவு என்னும் கருத்தைப் புகுத்திப் பல டன் கள் எடையுள்ள தூய யுரேனியத்தினால் ஆன கோள வடிவ அமைப்பின் வழியாகத் தன்னியல்பான தொடர் இயக்கத்தைத் (Self-sustaining reaction) தோற்றுவிக் கலாம் எனக் கணக்கிட்டார். 1940ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்கள் பிரான்சு நாடு வீழ்ச்சியுற்ற போது ஜொலியாட்-கியூரியினுடன் வேலை செய்த இருவரும் உலகம் முழுவதிலுமிருந்து பெற்ற கனநீரினைக் (Heavy water) (180 கிலோகிராம்) கொண்டு இங்கிலாந்து நாட்டை அடைந்து தொடர் இயக்கப் பரிசோதனை களைக் கேம்பிரிட்ஜில் தொடர்ந்தனர். அமெரிக்க நாட்டினைப் போல், பிரிட்டன் நாட்டினுடைய படைக்கலத்திட்டம் தனிமுறையில் பல்கலைக் கழக இயற்பியல் விஞ்ஞானிகளிடையே தொடங்கப்பட்டது. 1940ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் பேராசிரியர்கள் பிரிஷ், ருடால்ப் பியரல்ஸ் ஆகிய இருவர்களது சுருக்க மாக அமைந்த அறிக்கையில் நெருக்கடிப் பொருள் அளவு (Critical mass) என்னும் கருத்தின் விரிவாக்க மாகப் பல கிலோகிராம் கொண்ட தூய யுரேனியம்-235 ஐக் கொண்டு, பெரியதொரு படைக்கலத்தை உருவாக்கிவிடலாம் என மதிப்பிடப்பட்டது. மேலும் இந்த அளவில் பொருளைப் பரவல் செய்யும் குழாய்த் தொடர்களிலிருந்து (Chain of diffusion tubes) பெற லாம் எனவும் தெரிவிக்கப்பட்டது. விமானத் தயாரிப் பிற்கான அமைச்சகத்தில் 'மாட்' குழு (MAUD Committee) என்ற குழு அமைக்கப்பட்டது. நடைபெறக் கூடிய அறிக்கையினை (Feasibility report) இக்குழு 1941ஆம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் வெளியிட்டதைத் தொடர்ந்து கூட்டாக உற்பத்தி செய்யும் முயற்சியில் ஈடுபட ஐக்கிய அமெரிக்கநாடு விருப்பம் தெரிவித்தது. ஆனால் இதற்குப் பிரிட்டிஷ் நாட்டினர் விருப்பம் தெரி விக்கவில்லை. ஓர் ஆண்டு கழித்து இரண்டு திட்டங் களையும் ஒன்று சேர்க்கப் பிரிட்டிஷ் விரும்பியபோது இக்கூட்டு முயற்சியில் ஐக்கிய அமெரிக்கநாடு கவனம் செலுத்தவில்லை. லாஸ் அலமாஸில் இப்படைக்கல வடிவமைப்பு முயற்சியில் பிரிட்டிஷ் நாட்டு விஞ்ஞானி கள் பலர் சேர்ந்து கொண்டனர். 1943ஆம் ஆண்டு பிரிட்டிஷ் நாட்டினுடைய திட்டம் கைவிடப்பட்டு விட்டது. பிரிட்டன் 1952 வரையில் புளூட்டோனியம்-239 எரிபொருளைக் கொண்ட முதல் பிளவுக்கருவி யினை (Fission device) வெடிக்கவில்லை.

சோவியத் நாட்டின் ஆரம்ப முயற்சிகள் (Soviet nuclear beginings)

ஜொலியாட்-கியூரியினுடைய பரிசோதனைகள் சோவியத் யூனியனில் மிக்க ஆர்வத்தைத் தூண்டின. லெனின் கிராடில் இகார் குர்சடாவும் மற்றும் பலரும் அணு உலைகளைப் பற்றி ஆராயத் தொடங்கினர். 1940ஆம் ஆண்டு இறுதியில் இதனைக் கட்டுவதற்குத் தேவையான பணத்தினை அரசாங்கத்திடம் கேட்கவும் தயாராயினர். 1941ஆம் ஆண்டு ஜூலை திங்களில் ஜெர்மன் நாட்டினுடைய தாக்குதலின் விளைவாகப் பல இயற்பியல் விஞ்ஞானிகளுடைய கவனம் உடனடி யாக ஏற்பட்ட பிரச்சினைகள் மீது செலுத்தப்பட்டது. அமெரிக்க வெளியீடுகளில் பிளவு இயற்பியலைப் பற்றிய கட்டுரைகள் சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து வருவதைக் குர்சடாவினுடைய மாணவர்களில் ஒருவர் கவனிக்க லானார். 1942ஆம் ஆண்டு சோவியத் இயற்பியல் விஞ்ஞானிகளுக்கும் நாட்டின் பாதுகாப்புக் குழுவிற்கும் இத்தொடர் இயக்கச் சோதனைகள் தொடரவேண்டும் என்றும், இவ்வணுக் கருப்படைக் கலங்களைத் தயாரிப்

பதை விட்டுவிடக்கூடாது என்றும் உணர்ச்சியூட்டும் வேண்டுகோளை அவர் விடுத்தார். அரசினுடைய மறு ஆய்வுக் குழுவும் (Review committee) புகழ்மிக்க சோவியத் விஞ்ஞானிகளும் குர்சடாவ் தலைமையில் இப்பணி தொடரவேண்டும் எனப் பரிந்துரை செய்தனர். பல இயற்பியல் விஞ்ஞானிகளைக் கொண்டு, யுரேனியக் கழகம் மாஸ்கோவில் நிறுவப்பட்டது. இக்கழகத்தில் யுரேனியம் ஓரகத்தனிமத்தைத் தடைகள் மூலம் பரவுதல் (Barrier diffusion) முறையில் பிரித்தெடுப்பது பற்றியும், பீரங்கிக் கூட்டமைப்பில் உந்துவிசைப் பிரச்சினைகள் பற்றியும் (Ballistic problems of gun assembly), அணு உலைகளைப் பற்றியும் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இரண்டாம் உலகப்போர் வரையிலும் அதற்குப் பிறகும் தேவையான அளவிற்குத் தூய்மையான யுரேனியம் உலோகமும் கார்பனும் கிடைக்கவில்லை, சோவியத் அரசாங்கம் இம்முயற்சியை விரிவாக்கித் தேசியக் கொள்கையில் இதற்கு முதன்மை அளித்து அணுக்கருப்படைக் கலனைத் தயாரிக்க முடிவு செய்தது. 1946ஆம் ஆண்டு கிருஸ்துமஸ் அன்று சோவியத் நாட்டினுடைய தொடர் இயக்கப் பரிசோதனை நெருக்கடிக் கட்டத்தை அடைந்தது; 1949ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு 29ஆம் நாள் முதல் அணுக்கருப் படைக்கலம் சோதனை செய்யப்பட்டது.

1939ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் ஜெர்மனி நாட்டிலும் போர் நடவடிக்கைக்கான அலுவலகம் (War office) அணுக்கருப் படைக்கலன் உருவாக்குவது பற்றிய உற்சாகமான கடிதத்தைப் பெற்றது. அந்த நேரத்தில் போர் ஆரம்பிக்கப்பட்டுவிட்டது, அணுக்கருப் பிளவினை இராணுவத்தில் பயன் படுத்துவதற்காக ஒரு தனி அலுவலகத்தை ஜெர்மனி வைத்திருந்தது. யுரேனியத்தையும் கார்பனையும் கொண்டு தொடர் இயக்கப் பரிசோதனைகளைச் செய்யத் திட்டமிட்டது. யுரேனியம் ஓரகத் தனிமங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் வழிகளுக்கான ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. கார்பன் பற்றிய சில அளவீடுகள் காரணமாக (இவ்வளவீடுகள் பின்னர் தவறு என்று காண்பிக்கப்பட்டன), வெர்னர் அய்சன்பர்க் என்னும் இயற்பியல் விஞ்ஞானி தாமதமாக்கியாகக் (Moderator) கனநீரினைப் பயன்படுத்துமாறு அறிவுரை வழங்கினார். கிடைத்தற்கு அரிதான கனநீரினைச் சார்ந்த சோதனைகளை மேற்கொண்டதால் ஜெர்மன் நாட்டுச் சோதனைகள் வெற்றிகரமான முடிவை அடைய இயலாமல் போய் விட்டன. தொடர் இயக்கப் பரிசோதனைகளுக்கான ஓரிடத் தனிமத்தைப் பிரித்திடும் ஆய்வுகள் (Isotope separation studies) குறை செறிவூட்டத்தைச் (Low enrichments)சார்ந்தே அமைந்தன.(இது யுரேனியம்-235 இல் 1 சதவீத அளவேயாகும்). இவை சோதனைக்கூட ஆய்வுக்கருவிகள் நிலையைக் (Laboratory apparatus stage) கூடத் தாண்டவில்லை. இம்முன்னோடி மாதிரிகள் குண்டுவீச்சுகளினால் பல முறை அழிக்கப்பட்டன.

பிளவுப் படைகலனைப் பொறுத்தமட்டில் அது மிகத் தொலைவில் உள்ள இலக்காகவே காணப்பட்டது.

பிரான்சு, சீன நாடுகளின் அணுக்கருப்படைக்கலத் திட்டங்கள் போருக்குப் பின்னர் அமைந்த முயற்சிகளே யாகும். நாடு கடத்தப்பட்ட பிரான்சு நாட்டு விஞ்ஞானிகள் போரின்போது பிரிட்டனிலும் கனடா நாட்டிலும் வேலை செய்து, போர் முடிந்த பின்னர் திரும்பி வந்து பிரான்சு நாட்டினுடைய அணுசக்தி செயலகத்திடம் வேலை செய்யலாயினர். சக்தி ஆக்கத்தை நோக்கியே இப்பிரெஞ்சு முயற்சி இருந்தது. 1954வரை இராணுவப் பயன்பாட்டிற்காக எப்பிரிவும் தொடங்கப்படவில்லை. 1956ஆம் ஆண்டு முதல் பிரெஞ்சு புளூட்டோனியம் ஆக்க உலை (Plutonium production reactor) வேலை செய்ய ஆரம்பித்தது. 1960ஆம் ஆண்டு, முதல் அணுக்கருப் படைக்கலன் சோதனை செய்யப்பட்டது. சோவியத் யூனியனின் உதவித்திட்டத்தின் வழியாக அமைந்த சிறிதளவே செறிவூட்டம் கொண்ட யுரேனிய உலையுடன் (Slightly enriched uranium reactor) சீன நாட்டினுடைய திட்டம் 1958இல் தொடங்கப்பட்டது. ஓரிரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் இவ்வுதவித் திட்டம் நிறுத்தப்பட்டபோது சீனநாட்டில் படைக்கலனைச் சோதிக்கத் தேவையான போதிய அளவில் புட்ளூடோனியத்தைத் தயாரிக்க 1970ஆம் ஆண்டு தொடக்கம் வரை ஆகும் என்று வெளிநாட்டு வல்லுநர்கள் மதிப்பிட்டனர். 1964ஆம் ஆண்டு சீனாவின் முதல் அணுகுண்டு சோதனையில் புளூட்டோனியம் பயன்படுத்தப்படவில்லை. ஆனால் அதற்குப் பதிலாக அதில் யுரேனியம் பயன்படுத்தப்பட்டது. மிகப் பெரிய அளவில் செறிவூட்டம் அமைந்த யுரேனியம்-235 ஐக் கொண்டதாய் அது அமைந்தது. சீனா தொடர்ந்து வேகமாக முன்னேறியது. அதனுடைய இரண்டாவது சோதனைக் குண்டு விமானத்திலிருந்து, கீழிறக்கப்பட்டு வெடிக்கப்பட்டது. அதனுடைய நாலாவது குண்டு ஏவுகணை (Missile) வழியாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டு வெடிக்கப்பட்டது. அதனுடைய ஆறாவது சோதனை பல மெகா டன் அளவிலான வெப்ப அணுக்கருக் கருவியாகும் (Thermo nuclear device).

1974ஆம் ஆண்டு மே மாதம் இந்தியா, ராஜஸ்தான் பாலைவனப் பகுதிக்கடியில் 10இலிருந்து 15 கிலோடன் அளவிலான அணுக்கருவியினை வெடித்தது. இந்த குண்டு புளூட்டோனியம்-239 பிளவுப் பொருளைக் கொண்டதாகும்.

1970 மத்தியில் அணுகுண்டு வைத்துள்ள வல்லரசுகள் ஆறு என்று தெரிந்த போதிலும் மற்ற நாடுகள் இதற்கான வளர்ச்சியிலும் பொருள்களின் ஆக்கத்திலும் இதற்குத் தேவையான ஆய்வினை முடித்துவிட்டன என்றும், வல்லரசுகள் என்று கருதுவதற்குத் தேவையான அடையாளச் சோதனை மட்டும் தேவைப்படுகின்றன என்றும் கருதலாயின.

வெப்ப அணுக்கருப் படைக்கலங்களும் அவற்றின் வளர்ச்சியும் (Thermo nuclear weapons and their deployment)

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் திட்டம் (The United States project)

பெர்மிக்கும் டெல்லருக்கும் இடையே ஏற்பட்ட பேச்சு வார்த்தைகளின் பயனாக 1942ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் மிகப் பெரிய திட்டம் (Super project) ஆரம்பிக்கப்பட்டது. பிளவுப் படைக்கலத்தை வெடித்து அதன் வழியாகச் சூரியனில் உள்ள இயக்கங்களைப் போன்று தொடங்க இயலும் என்று பெர்மி கருத்து தெரிவிந்தார். டெல்லர், வெப்ப அணுக்கரு முறைகளை (Thermo-nuclear processes) விரிவாக ஆய்வு செய்யத் தொடங்கினார். அவருடைய வேலையினைப் பல மாதங்களுக்குப் பின்னர் பர்க்லியில் கோட்பாட்டு இயற்பியல் அறிஞர்களைக் (Theoretical physicists) கொண்ட வேனிற் கால ஆய்வுக் குழுவினிடம் தெரிவித்தார். டியூடெரியத்தின் மூலமாக வெப்ப அணுக்கருப் பிணைப் பினை (Thermo nuclear fusion) அடிப்படையாகக் கொண்ட படைக்கலம் அமைக்க இயலும் என முடிவு செய்தனர். பரிசோதனை ஆய்வுகளுக்காகக் கிழக்கு நோக்கி ஆப்பன்ஹீமர் பயணம் செய்தார். பாக்லியிலும் சிகாகோவிலும் உள்ள இயற்பியல் விஞ்ஞானிகளிடம் இச்செய்தி பரவியபோது, லாஸ்அலமாஸிலுள்ள புதிய ஆய்வுக் கூடத்தில் பணிபுரியப் பல விஞ்ஞானிகள் முன் வந்தனர். இம்மிகப் பெரிய திட்டத்தில் முதன்மை யானதாகவும் மிகவும் தெரிந்த தேவையாகவும் அமைந்தது, வேலை செய்வதற்கு ஏற்ற பிளவுப் படைக்கலமாகும் (Working fission weapon). தேவை யான அளவிற்கு எரியும் வெப்பத்தைக் குறைக்க டிரிடியத்தைச் (இது மூன்று மடங்கு சாதாரண எடை யினைக் கொண்ட அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத்தனிமம் ஆகும்) சேர்க்கலாம் என்று கருத்து தெரிவிக்கப்பட்டது. இதற்குக் காரணம் யாதெனில் தூய்மையான டியூடெரி யத்தின் இயங்கு வீத அளவினைக் (Reaction rate) காட் டிலும் டியூடெரியம்-டிரிடியம் கலவையின் இயங்கு வீத அளவு பல மடங்கு பெரிதாக அமைந்திருப்பதேயாகும். அப்போது டிரிடியம் மிக அவசியமானது போல் தோன் றியது. ஓக்ரிட்ஜில் உள்ள பரிசோதனை உலையில் லிதியத்திலிருந்து டிரிடியத்தைத் தயாரிப்பதற்கான சோதனை நிலையத்தைத் (Pilot plant) தொடங்க குரோவ்ஸ் ஏற்பாடு செய்தார். (லிதியத்தின் ஓரிடத் தனிமமான லிதியம்-6 இல், நியூட்ரான் பிடிபடும்போது டிரிடியம் தோன்றுகிறது). 1944ஆம் ஆண்டின் ஆய்வின் விளைவு யாதெனில் போரின் பிறகும் இம் மிகப் பெரிய திட்டத்தில் மேலுமுள்ள வேலைகளைக் காலதாமதமாக்கிட வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. போரின் பின்னரும், இம்மிகப் பெரிய திட்டம் குறை முக்கியத்துவம் வாய்ந்த திட்டமாகவே தொடரப் பட்டது. இது பிளவுப் படைக்கலங்களைத் தயாரித்து அடுக்குவதும் சோதித்தலும் ஆகிய பணிகளில் மட்டும் ஈடுபட்டு வந்தது. 1949ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு மாதம் 29ஆம் நாள் சோவியத் யூனியன் நடத்திய முதல் பிளவுப் படைக்கலனின் சோதனை ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டு விஞ்ஞானிகளிடையேயும் அரசியல் தலைவர் களிடையேயும் இராணுவத் தலைவர்களிடையேயும் பெருத்த விவாதத்தைத் தூண்டியது. அணுசக்திப் பொறுப்புக்குழுவில் (Atomic energy commission) வெவ்வேறு கருத்துகள் தோன்றின, அந்நேரத்தில் இம்மிகப் பெரிய திட்டத்தை விரிவாக்குவதற்கு எதிராகப் பெரும்பான்மையினர் கருத்துத் தெரி வித்தனர். கருத்தியல் ஆய்வுகள் (Theoretical studies) இன்னும் முடிவடையவில்லை என்றும், இத்திட்டத் தின் வெற்றிக்குப் பெருத்த அளவில் டிரிடியம் தேவைப் படும் என்றும், மேலும் சிந்தனையுடன் கூடியதும், ஒற் றுமையுடன் கூடியதுமான முயற்சியினால் பிணைப்புப் படைக்கலத்தை, (Fusion weapon) இன்னும் ஐந்து ஆண்டுகளில் உருவாக்கிட இயலும் எனவும் கருத்துத் தெரிவிக்கும் குழு முடிவு செய்தது. இத்தகைய மிகப் பெரும் படைக்கலத்தை (Super weapon) இராணுவ இலக்குகளுக்கு மட்டும் கட்டுப்படுத்த இயலாது என்றும், அதனால் இதனைத் தயாரிப்பதனைத் தவிர்த்துவிட லாம் எனவும் கருதினர்.

கூட்டிணைந்த, படைப்பிரிவின் தலைவர்கள் ஆய் வினை மேற்கொண்டு இம்மிகப் பெரிய படைக்கலத்தை உருவாக்கும் திட்டத்திற்கு உயர் முக்கியத்துவத்தை வழங்கப் பரிந்துரைக்கவில்லை. ஆனால் நடைபெறக் கூடிய வாய்ப்புகளை விரைந்து தீர்மானிக்க வற்புறுத் தியது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் காங்கிரசின் அணு சக்தி இணைக்கழகம் (Joint committee on atomic energy) இம்மிகப் பெரும் படைக்கலனை உருவாக்க வேண்டும் என்ற வன்மையான கருத்தைக் கொண் டிருந்தது. 1950ஆம் ஆண்டு ஜனவரித் திங்கள் 31 ஆம் நாள் இம்மிகப் பெரும் திட்டத்தின் பணியினைத் தொடர வேண்டும் என்று குடியரசுத்தலைவர் டுருமன் முடிவு செய்தார்.

வெப்ப அணுக்கருப் பொருள்களை ஆக்கும் அமைப் புகளை (Production facilities for thermo - nuclear materials) உருவாக்கும் பணி முன்னோக்கிக் கொண்டு செல்லப்பட்டது. 1950ஆம் ஆண்டின் இறுதியில் கன நீர் தயாரிக்கும் சோதனைத் திட்டம் முடிக்கப்பட்டது. டிரிடியம் அல்லது புளூடோனியம் தயாரிக்கும் திறமை கொண்ட ஆறு எண்கள் கொண்ட இரண்டிற்குமான உலைகளைக் (Dual reactors) கட்டுவதற்கு சவானா ஆற்றில் (தெற்குக் கரோலினா) இடம் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்டது. இம்மிகப் பெரும்படைக்கலனுக்கான கருத் தியல் ஆய்வுகள் (Theoretical studies) இயல்பாக நடை பெறவில்லை.

அய்ட்ரஜன் குண்டும் கணிப்பொறியும் (The H - Bomb and the computer)

வெப்ப அணுக்கருப் படைக்கலங்கள் அய்ட்ரஜன் குண்டுகள் அல்லது H குண்டுகள் என்று அழைக்கப்பட் டன. ஏனெனில் இவற்றின் சக்தி அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத் தனிமமான டியூடெரியம் எரிதலிலிருந்து கிடைக்கிறது.

இவ்வெரிவிப்பு மின்துகள் கணிப்பொறிகளுடன் (Electronic computers) மிக நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டதாகும். 1950ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் இக்கணக்கீடுகள் மிகப் பெரிய அளவில் இருந்தமையால் அப்போது இருந்த கணிப்பொறிகள் அவற்றைக் கையாளத் தக்கவாறு அமையவில்லை. கிடைக்கக்கூடிய கணிப்பொறிகளுக்கு வழங்குவதற்கு ஏற்றவாறு மிகவும் எளிதாக்கப்பட்ட கணக்கீடுகள் (Simplified calculations) இம்மிகப் பெரும் படைக்கல அமைப்பை அமைக்க இயலும் எனத் தெரிவித்தன. ஏனெனில் முன்னர் நம்பப்பட்ட அளவைக் காட்டிலும் அதிக அளவிலான டிரிடியம் தேவைப்படும் என்று கணக்கிடப்பட்டது. 1951ஆம் ஆண்டு இளவேனிற் காலத்தில் புதிய அணுகுமுறை வரையப்பெற்றது. வெப்ப அணுக்கருக் கொள்கைகளைக் கொண்ட பசிபிக்கில் நடந்த சோதனை வெற்றிகரமாக அமைந்தது. அவ்வாண்டில் இறுதியில் லாஸ்அலெமாஸ் பரிசோதனைக் கூடத்தில் ஆறுநாள் வேலையை மேற்கொண்டு 1952ஆம் ஆண்டின் இறுதிக்குள் முதல் சோதனைக் கருவியினைச் செய்து முடித்துவிட வேண்டுமென்று திட்டம் மேற்கொள்ளப்பட்டது. 1952 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் முதல் நாள் காலையில் இச்சோதனை வெற்றிகரமாகச் செய்து முடிக்கப்பட்டது. ஒரு சிறிய தீவு அழிக்கப்பட்டது. ஒரு மைலுக்கும் அதிகமான விட்டம் உடைய குழி அவ்வெடியினால் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

கட்டுப்பாட்டு உடன்படிக்கைகள் (Control Agreements)

அணுசக்தி வல்லரசாக (Nuclear power) ஒரு நாடு ஆகும்போது படைக்கலத்திட்டங்களைப் பற்றி விரிவான அறிக்கையினை அந்நாடு வெளியிடுகின்றது. பெரும்பான்மையான அணுசக்தி வல்லரசுகள் அவற்றின் முதல் வெப்ப அணுக்கருச் சோதனையினை வெளியிடுவதில்லை. 1953ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் 12ஆம் நாள் சோவியத்யூனியன் தனது முதன்மையான முழுஅளவுள்ள வெப்ப அணுக்கருக்கருவியினைச் சோதித்தது. 1957 ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 15 ஆம் நாள் இங்கிலாந்து தனது முதல் சோதனையை நடத்தியது. மிகப் பெருத்த விளைவுகள் கொண்ட வெப்ப அணுக்கரு வெடிப்புகளினாலும், கூடுதல் வேகத்தில் இவ்வணுக்கருச் சோதனைகளை மேற்கொண்டதாலும் இவற்றின் கதிரியக்க விழும் பொருளினால் (Fall out) தோன்றிய பிரச்சினைகள் உலகத்திற்கு விழிப்பைத் தோற்றுவித்தன. அதாவது குண்டு வெடிப்பினால் வெளியிடப்பட்ட கதிரியக்க விளை பொருள்கள், உலகில் வாழ் உயிரினங்களுக்குத் தோற்றுவிக்கும் ஆபத்தினை உலக மக்கள் அறிந்தனர். இவற்றின் மொத்த அளவு உயர் வீத அளவில் அதிகரித்தது.

1958ஆம் ஆண்டு சோதனைகளில் தடையைக் கண்காணிக்கும் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வுகாண தொழில்நுட்ப வல்லுநர்கள் குழுவினைக் கூட்ட வேண்டும் என்று அமெரிக்க ஐக்கிய நாடு தெரிவித்ததை சோவியத் யூனியன் ஏற்றுக்கொண்டது.

சோதனைகளில் தற்காலிகக் கட்டுப்பாடு 1958 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் திங்கள் 31ஆம் நாள் ஏற்பட்டு பேச்சுவார்த்தைகள் தொடர்ந்தன. சோவியத் யூனியன் தனது வானவெளிச்சோதனையை(Atmospheric testing) மீளவும் மேற்கொண்ட 1961 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் திங்கள் 1ஆம் நாள் வரையில் உள்ள மூன்று ஆண்டுகள் வரை இக்கட்டுப்பாடு நீடித்தது. சோவியத்யூனியன் 30 சோதனைகளைச் செய்தது, இச்சோதனைகளில் ஒன்றின் விளைவு மட்டும் 60 மெகா டன்களாகும். இதன் பின்னர் 8 மாதங்கள் கழித்து ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசு தன் சோதனைகளைக் கிருஸ்துமஸ் தீவில் மீளவும் தொடங்கியது. இடையிடையே நடந்த வானவெளிச் சோதனை, 1962 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் திங்களில் ஏற்பட்ட கியூபா நாட்டு ஏவுகணை நெருக்கடி (Cuban missile crisis) இவற்றின் மத்தியில் பேச்சுவார்த்தைகள் மட்டும் தொடர்ந்தன. 1963ஆம்ஆண்டு ஜூன் திங்கள் இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, சோவியத் யூனியன் ஆகிய மூன்று நாடுகளும் இப்பேச்சு வார்த்தையினை மாஸ்கோவில் தொடர வேண்டும் எனக் குடியரசுத் தலைவர் ஜான்-எப்-கென்னடி தெரிவித்தார். இதன் முடிவாக மாஸ்கோ உடன்படிக்கை ஏற்பட்டது. இவ்வுடன்படிக்கை பகுதியளவேயான அணுகுண்டுச் சோதனைத் தடுப்பு உடன்படிக்கையாகும் (Partial nuclear test-ban treaty). இது 1963ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 10ஆம் நாள் செயல்படுத்தப்பட்டது. இது வானவெளியிலும் (Atmosphere) விண்வெளியிலும் (Outer space) கடலுக்கடியிலும், அணுக்கருப் படைக் கலங்களைச் சோதனை செய்வதைத் தடை செய்தது. வேறு எவ்விதச் சூழ்நிலையிலும் சோதனை செய்வதைத் தடை செய்வதை இவ்வுடன்படிக்கை குறிப்பாக எடுத்துக்கூறவில்லை. சோதனை செய்யும் நாட்டின் எல்லைப் பகுதியிலுள்ள நாட்டிற்குக் கதிரியக்கக்கழிவுப்பொருள் (Radioactive debris) செல்லாதவாறு அவ்வெடிப்பு நடக்கும்போது அதற்குக் கட்டுப்பாடு அமையவில்லை. இவ்வுடன்படிக்கையில் கையெழுத்திடும் எந்த நாடும் மூன்று மாதம் முன்னர் அறிவிப்பு செய்த பின்னர் இவ்வுடன்படிக்கையிலிருந்து பின்வாங்கலாம். பிரான்சும், மக்கள் குடியரசுச் சீனாவும் (People's Republic of China) இவ்வுடன்படிக்கையில் கையெழுத்திடவில்லை. சீனா தனது முதல் பிளவுப்படைக்கலத்தை ஓர் ஆண்டிற்குப் பின்னர் சோதனை செய்தது. ஐந்து சோதனைகளுக்குப் பின்னர் 1967 ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்கள் 17ஆம் நாள் சீனா தனது முதல் வெப்ப அணுக்கருப் படைக்கலத்தைச் (Thermo nuclear weapon) சோதித்தது. பிரான்சு தனது வானவெளிச் சோதனைகளைத் தெற்குப் பசிபிக்கில் (South pacific) தொடர்ந்தது. அதனுடைய முதல் வெப்ப அணுக்கருப்படைக்கலனை 1968 ஆம் ஆண்டு திங்கள் 24ஆம் நாள் வெற்றிகரமாகத் தயாரித்தது.

1966 ஆம் ஆண்டின் இளவேனிற் காலத்தில் அமெரிக்கச் சட்டமன்றம், இவ்வணுக்கருப் படைக் கலங்கள் மேற்கொண்டு பரவாமல் இருப்பதற்காக, விரிவாக்கத் தடுப்பு உடன்படிக்கைக்கான கலந்துரையாடுதலை ஆதரித்துத் தீர்மானம் நிறைவேற்றியது. பதினெட்டு நாடுகள் சேர்ந்த படைவலிமைக் குறைப்புக் குழுவின் (Eighteen-Nation Disarmament committee) (ப.நா.ப.கு.) சார்பாக இப்பேச்சு வார்த்தைகள் நடத்தப் பட்டன. 1968 ஆம் ஆண்டு ஜனவரித் திங்கள் ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசும் சோவியத் யூனியனும், உடன்படிக்கையை வரைந்து ப.நா.ப. குழுவிற்குச் சமர்ப்பித்தன. இவ் வொப்பந்தம் அணுக்கருப் படைக்கலங்கள் விரிவாக்கத் தடுப்பு உடன்படிக்கை (Treaty on the non-proliferation of nuclear weapons) என்று அழைக்கப் பட்டு, இதில் கையெழுத்திடுவதற்கு 1968 ஆம் ஆண்டு ஜுலை திங்கள் 1ஆம் நாள் லண்டன், மாஸ்கோ, வாஷிங்டன் ஆகிய மூன்று நகரங்களில் ஏற்பாடு செய்யப்பட்டது. இதை இங்கிலாந்து, ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசு, சோவியத் ரஷியா, மற்றும் 40 நாடுகள் உறுதி செய்த பின்னர் 1970 ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்கள் ஐந்தாம் நாள் இது செயலுக்கு வந்தது. அணுக்கருப்படைக்கலம் இல்லாத நாடுகளுக்கு எம்முறையிலும் அணுக்கரு வெடி பொருள்களைத் (Nuclear explosives) தயாரிப்பதற்கோ கிடைக்கச் செய்வதற்கோ எவ்வித உதவியும் செய்வதில்லையென்று அணுக்கருப் படைக்கல நாடுகள் ஒப்புக்கொண்டன. எனினும் இந்நாடுகள், எரிவாயு வயல்களைத் தூண்டிவிடுவதற்கும் (Stimulation of gas fields), துறைமுகங்களையும் கால்வாய்களையும் கட்டுவதற்குமான (Construction of harbours and canals) தொழிலாக்க முறைகட்கும், பொதுப் பொறியியல் பயன்பாட்டிற்குமான அமைதிப் பணிகளுக்கும்,அணுக்கரு வெடிப்பின் ஆற்றல் வாய்ந்த பயன்களை மற்றைய நாடுகளுக்கு வழங்குவதற்கு ஒப்புக்கொண்டன. அணுக்கருப் படைக்கல மற்ற நாடுகள் அணுக்கரு வெடிபொருள்களை தயாரிப்பதில்லை என்று ஒப்புக்கொண்டன. மேலும் இந்நாடுகள், அணுக்கருப் படைக்கலங்களைத் தயாரிப்பதற்காக எவ்வித மூலப் பொருள்களையோ தனித் தன்மை வாய்ந்த பிளவுப்பொருளையோ (Special fissionable material) தங்களது அணு உலைகளிலிருந்தோ அணுக்கருப் பொருள்கள் தயாரிக்கும் இடங்களிலிருந்தோ அனுப்பி வைக்காமலிருக்க இவ்விடங்களை மேற்பார்வை செய்ய ஒப்புதல் வழங்கின. 1980 ஆம் ஆண்டு ஜெனிவாவில் விரிவாக்கத் தடுப்பு உடன்படிக்கையின் முன்னேற்றம் குறித்தும் விளைவுகள் குறித்தும் ஆய்வு செய்ய ஒரு கூட்டம் கூடியது. இவ்வொப்பந்தத்தில் கையெழுத்திட்ட 115 நாடுகளில் $\frac{3}{4}$ பங்கு நாடுகள் இக்கூட்டத்தில் கலந்து கொண்டன. இக்கூட்டத்தில் எவ்விதக் கருத்து ஒருமைப்பாடும் ஏற்படவில்லை. ஆனால் கலந்து கொண்ட நாடுகள் பிளவுப் பொருள்களுக்கான தொழில்நுட்ப வெளியேற்றத்திற்குக் கட்டுப்பாடுகள் (Controls on the export of technology), ஒரு நாட்டிலிருந்து மற்றொரு நாட்டிற்குக் கொண்டு செல்லும்போது செய்ய வேண்டிய பாதுகாப்பு இராணுவத்துறை சாராத உலைகளின் வடிவமைப்பிற்கான(Design of non-military reactors) பாதுகாப்பு ஆகியவற்றின் முன்னேற்றம் பற்றி விவாதிக்க விரும்பின. இந்தியா அந்நேரத்தில் அணுசக்தி நாடாக இருந்த போதிலும் இவ்வொப்பந்தத்தில் கையெழுத்திடவில்லை. அணுக்கருப்படைக் கலங்களைத் தயாரிக்கும் திறம் பெற்ற நாடுகள் எனக் கருதப்படும், இஸ்ரேல், பிரேசில், தென் ஆப்பிரிக்கா, ஸ்பெயின்,அர்ஜென்டினா ஆகிய நாடுகள் இவ்வொப்பந்தத்தில் கையெழுத்திடவில்லை.

அணுக்கருப் படைக்கலங்களின் விரிவாக்கம் (Deployment of Nuclear weapons)

அணுக்கருப் படைக்கலங்கள் போர்த்திறம் சார்ந்த முக்கியத்துவம் கொண்டன. அச்சம் ஊட்டித் தயங்கும்படி செய்வதற்கான ஒரு நாட்டினுடைய கோட்பாட்டை (doctrine of deterrence) ஆதரிப்பது போன்றே இவ்வணுக்கருப் படைக்கலங்கள் அமைந்துள்ளன. ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் இக்கோட்பாடு பெருத்த அளவில் எதிர்ச் செயல் புரிவதற்கும் (Massive retaliation), ஒரு நாட்டிற்கும் மற்றொரு நாட்டிற்குமிடையே அச்சமூட்டவுமே பயன்படுத்தப் பட்டது. புதிய அணுசக்தி நாடுகளில் பெரும்பான்மையானவை நீண்ட தூரம் செல்லக்கூடிய பெரிய குண்டு வீச்சு விமானங்களை (long range heavy bombers) அணுக்கருப் படைகலங்களைக் கொண்டு செல்வதற்காகத் தேர்ந்தெடுத்தன. இக்குண்டுகளைத் தாங்கிச் செல்லும் ஆரம்பகால விமானங்கள் அப்போதிருந்த விமானங்களை மாற்றி அமைத்து மறுவடிவு செய்யப் பட்டனவாக இருந்தன. பிற்காலத்திய விமானங்கள் நீண்ட தூரப் பயணத்திற்கேற்றவையாயும், உயர் வேகம் கொண்டவையாகவும், தேவையான மற்ற பண்புகளைக் கொண்டவையாகவும் வடிவமைக்கப்பட்டன. கண்டம் விட்டுக் கண்டம் தாவும் ஏவுகணைகள் (Intercontinental ballistic missiles) இராணுவ முறையில் விரும்பத்தக்கவையாக அமைவதற்கு நம்பத்தக்க வழித்துணை அமைப்புகள் (Reliable guidance systems) போன்ற பல்வித முன்னேற்றங்கள் தேவைப்பட்டன. ஏவுகணையின் வடிவமைப்பு இடர்ப்பாடான நீர்ம முன் செலுத்திகட்குப் (Liquid propellants) பதிலாகத் திட முன் செலுத்திகள் (Solid propellants) பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றவாறு மேம்பாடு செய்யப்பட்டது. வழித்துணை அமைப்பினால் (Guidance) குறித்த இலக்கில் கொண்டு போய்ச்சென்று விழச்செய்து அணுக்கருப் படைகலனின் விளைவுத் தேவையினைக் (War head yield requirement) குறைத்துவிடலாம். மேலும் ஒரு பவுண்டு எடை கொண்ட படைக்கலனிற்கு உயர்ந்த வெப்ப அணுக்கரு விளைவினைத் (Thermo - nuclear yields) தோற்றுவிப்பதற்கான பெருத்த முன்னேற்றம் உண்டாயிற்று. இதனால் ஒட்டுமொத்தமான அளவு குறைக்கப்பட்டது. பல தாவும் ஏவுகணை அமைப்புகள்

(Fleet ballistic missile system) ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசின் கப்பற்படையில் 1956ஆம் ஆண்டு தொடங்கப்பட்டன. இவ்வமைப்புகளைக் கொண்டு முதல் போலாரிஸ் நீர் மூழ்கிக்கப்பலான (Polaris submarine) அணுசக்தியால் இயங்கும் ''ஜியார்ஜ் வாஷிங்டன்'' அமைக்கப்பெற்று 1960ஆம் ஆண்டு நவம்பர்த் திங்கள் 15 ஆம் நாள் செயல்பட ஆரம்பித்தது. ஆறாவது போலாரிஸ் நீர்மூழ்கிக் கப்பல் செயல்படத் தக்க சோதனையைச் செய்தது. இச்சோதனைகளில் ஒன்றாக 1962ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் கிருஸ்துமஸ் தீவின் அருகில் ஓர் அணுக்கருப் படைக்கலனை வெடிக்கவும் செய்தது. ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசின் விமானப் படையில் மினுட்மன் ஏவுகணை அமைப்பு (Minute man missile system) 1958 ஆம் ஆண்டு தொடங்கப்பட்டது. 1963 ஆம் ஆண்டு தொடக்கம் முதல் இப்படைப் பிரிவு செயல்படத் தொடங்கியது. 1970இல் புதிய வடிவமைப்பினைக் கொண்ட போலாரிஸ் ஏவுகணையும், மினுட்மன் ஏவுகணையும் விரிவாக்கப்பட்டன. இவ்வேவுகணைகள் பல படைக்கலங்களைக் கொண்டு தனித்தனி இலக்குகளுக்குக் கொண்டு செல்லும் மறுநுழைவு ஊர்திகளைக் கொண்டவையாய் (Multiple independently targeted reentry vehicles - MIRV) அமைக்கப்பட்டன.

சோவியத் யூனியனும் தன்னுடைய அணுக்கருப் படைக்கலங்களை ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டினைப் போன்ற அமைப்பிலேயே விரிவாக்கியது. ஆனால் போரின் பிறகு முதலில் அது பெரிய இடைப்பட்ட தூரம் தாவும் ஏவுகணை (Intermediate range ballistic missile) (இ.தூ.தா.ஏ) அமைப்பினை மேற்கு ஐரோப்பிய நாடுகளை இலக்காகக் கொண்டு அமைத்தது. பல ஆண்டுகளாக சோவியத் நாட்டின் இ.தூ.தா.ஏ. அமைப்பு ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டிற்குப் பிற்பட்டதாகவே இருந்தது. இ.தூ.தா.ஏ.களில் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டுடன் போர் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சமநிலையை சோவியத்யூனியன் 1969ஆம் ஆண்டு அடைந்தது. அந்நேரத்தில் சோவியத் நாட்டினுடைய இ.தூ.தா.ஏ. களின் அபாய அளவு 300 எஸ்.எஸ்.9-என்றும், இவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் 25 மெகாடன்கள் கொண்டு செல்லத்தக்கது என்றும், மேலும் தேக்கி வைக்கத்தக்க நீர்ம முன்செலுத்தும் பொருளைக் (Storable liquid propellant) கொண்ட மினுட்மன் போன்ற ஏவுகணைகள் 700 எஸ். எஸ். -11 களைக் கொண்டிருந்தன என்றும் கணக்கிடப்பட்டது. 1970இல் சோவியத் யூனியனும் பல போலாரிஸ் போன்ற நீர் மூழ்கிக்கப்பல்களை வைத்திருந்தது.

இங்கிலாந்தும், பிரான்சும் நீர்மூழ்கிக் கப்பலிலிருந்து செலுத்தப்படும் ஏவுகணை அமைப்பினைத் (Submarine launched ballistic missile system) தங்களது முதன்மையான அச்சமூட்டும் (Deterrent force) அமைப்பாகத் தேர்ந்தெடுத்தன. மத்திய 1970 இல் இங்கிலாந்து போலாரிஸ் போன்ற நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களை நான்காகப் பெருக்கியது. பிரான்சு நாடு அது போன்று ஐந்து நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் வரை விரிவாக்க வேண்டும் எனத் திட்டமிட்டது. இதனுடன் பிரான்சு நாடு இ.தூ.தா.ஏ.கள் 18-ஐ ஹாட் மாவட்டத்தில் குழிகளில் (Silos in Haute-provence) வைத்தது. 1970ஆம் ஆண்டு தொடக்கத்தில் சீனா தனது அணுக்கருப் படைக்கலக் குவியல்களின் விரிவாக்கத்தைப் பயன்படுத்தும் முறை பற்றி எவ்வித அறிக்கையையும் வெளியிடவில்லை. அதனுடைய நான்காவது அணுக்கருப் படைக்கலச் சோதனை ஓர் ஏவுகணையைக் கொண்டு சோதிக்கப்பட்டது. 1975க்குள் சீனா 25 இ.தூ.தா.ஏ.களைத் தயாரிக்கும் திறமை கொண்டிருக்கும் என ஐக்கிய அமெரிக்க நாடு மதிப்பீடு செய்தது.

அணுக்கருப் படைக்கலங்களைச், சோதனை செய்வதற்கும் பரவாதிருக்கவும் கட்டுப்படுத்தும் முயற்சிகள் எங்ஙனம் மேற்கொள்ளப்படுகின்றனவோ அங்ஙனமே இப்படைக் கலங்களைக் கொண்டு செல்லும் அமைப்புக்களைக் (Nuclear weapon delivery system) கட்டுப்படுத்தும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுள்ளன. 1969 ஆம் அண்டு ஜனவரித் திங்களில், சோவியத் யூனியன் ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசுடன் போர்த்திறம் சார்ந்த அணுக்கருப்படைக்கலங்கள் வழங்கிடும் அமைப்புக்களைப் பற்றியும் பேச்சைத் தொடங்கத் தயாராய் இருப்பதாக அறிவித்தது.

போர்த்திறம் சார்ந்த படைக்கலங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் பேச்சுகள் (Strategic arms limitation talks (SALT) (போ.ப.க.பே.) ஹெல்சிங்கி, பின்லாந்து ஆகிய நாடுகளில் 1969ஆம் ஆண்டு நவம்பர்த் திங்கள் 17ஆம் நாள் தொடங்கப்பட்டு 1970ஆம் ஆண்டு தொடக்கம் வரை தொடர்ந்தன.

நூலோதி

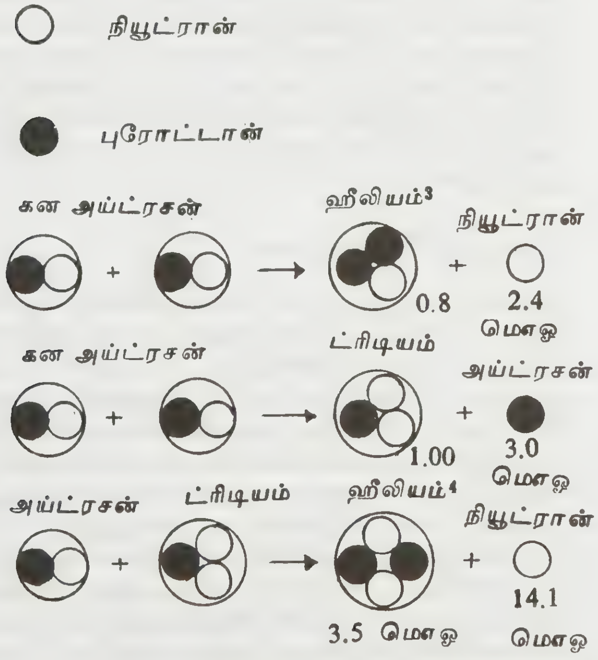
1. *The New Encyclopaedia Britannica Macropaedia*, Vol 13; 15th Edn Encyclopaedia Britannica Inc 1982.

அணுக்கருப் பிணைப்பு

அணுக்கருப் பிணைப்பு என்பது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அணுக்கருக்கள் இணைந்து மற்றொரு கனமான அணுக்கருவாக உருவெடுக்கும் அணுக்கரு வினையாகும். பொதுவாக, நிறை குறைந்த அணுக்கருக்கள் இணைந்து கனமான ஓர் அணுக்கரு தோன்றும்போது, வினையாற்றும் கருக்களின் எடையைவிட விளைந்த புதுக்கருவின் நிறை குறைவாய் இருந்து, அந்த நிறை வேறுபாடு ஆற்றலாய் வெளிப்படும்.

குறைந்த அணுஎண் உள்ள தனிமங்கள் புரோட்டான் (Proton) அல்லது கன எரிவாயுவினால் தாக்கப்பட்டு,

ஆய்வுக்கு உள்ளாகுங்கால் சுமார் 1920ஆம் ஆண்டில் அணுக்கருப்பிணைப்பு வினைகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. ஆனால் ஹான்ஸ் ஏ. பெதே என்னும் அமெரிக்க இயற்பியல் அறிவியலறிஞர் விண்மீன்கள் (முக்கியமாக சூரியன்) அவற்றின் ஆற்றலை அணுக் கருப் பிணைப்பினாலேயே பெறுகின்றன எனும் கருத் தினை வெளியிட்டார். இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பிறகு அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத்தனிமங்களாக டிரிடியத் தையும் (Tritium) கன அய்ட்ரஜனையும் (Deuterium) பிணைப்பு வினைக்கு உட்படுத்திப் பெரும் அழிவாற்றல் மிக்க ஆயுதத்தைத் தயாரிக்க வல்லரசுகள் ஈடுபட்டன. 1952ஆம் ஆண்டு அமெரிக்கா அய்ட்ரஜன் குண்டை பசுபிக் மாகடலில் உள்ள சிறு தீவில் வெடித்தது. பின்பு அமைதிப் பணிக்காகப் பயன்படுத்தும் முயற்சிகள், அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, ரஷிய நாடுகளில் 1950ஆம் ஆண்டிலே தொடங்கிக் கமுக்கமான ஆய்வுகளாக நடத் தப்பட்டு வந்தன. 1956ஆம் ஆண்டில் இவ்வாய்வு களின் பகுதியை ரஷியா வெளியிடத் தொடங்கியது. 1958ஆம் ஆண்டில் நடந்த ‘அமைதிக்கு அணு’ என்ற ஜெனீவா உலக மாநாட்டில், கட்டுப்பாடான அணுக் கருவினையைக் கொண்டு ஆற்றல் காண இந்நாடுகள் நடத்தி வந்த ஆய்வின் விவரங்கள், கருத்துகள் பரி மாறிக்கொள்ளப்பட்டன. மும்முரமாக உலக நாடுகள் இவ்வணுக்கருப்பிணைப்புவினையைக் கொண்டு ஆற்ற லுக்கு வழிகாண நாட்டம் கொண்டு ஒத்துழைத்த போதும், இன்று வரை இம்முயற்சிகள் முழு வெற்றி நிலையை அடையவில்லை. இவர்கள் போராடி வெற்றி கொள்ள வேண்டிய அறிவியல் சிக்கல்கள் பல மலையாக இருத்தலே இதற்குக் காரணம்.



படம் 1. அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகளும், ஆற்றல் வினைப் பொருள்களில் பங்கீடும் தரப்பட்டுள்ளன.

அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகள்

$$D + D \longrightarrow He^3 + n + 3.25\ MeV \quad (1)\ a$$

$$D + D \longrightarrow T + P + 4\ MeV \quad (1)\ b$$

$$T + D \longrightarrow He^4_2 + n + 17.6\ MeV \quad (2)$$

$$He^3_2 + D \longrightarrow He^4_2 + P + 18.3\ MeV \quad (3)$$

$$Li^6 + D \longrightarrow 2He^4_2 + 22.4\ MeV \quad (4)$$

$$Li^7 + P \longrightarrow 2He^4_2 + 17.3\ MeV \quad (5)$$

Deuterium n^2

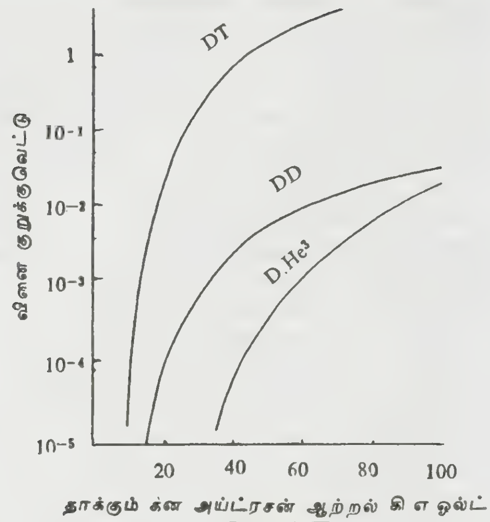
Tritium n^3

MeV = மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட்

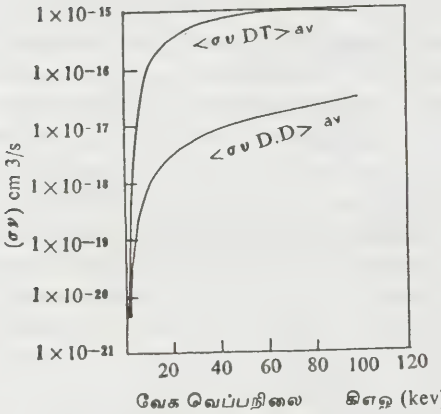
மேலே அணுக்கருப்பிணைப்பில் பொதுவாக நிகழ வாய்ப்புள்ள வினைகள், அவை வெளியிடும் ஆற்ற லோடு தரப்பட்டுள்ளன. இவ்வினைகள் வெளிப் படுத்தும் ஆற்றலின் வளமறிய வேண்டுமாயின் ஒரு கிராம் அய்ட்ரஜன், 1 கிராம் ஆக்ஸிஜனோடு எரிந்து தரும் ஆற்றல் 1 .எ ஓ. ஆகும். ஆகவே 1 கிராம் எரி வாயு அணுக்கருப்பிணைப்பு மேற்சொன்ன வினைதரும் ஆற்றலைவிட 10^6 அதிகமாகத் தருகின்றது. அதே எடையுள்ள யுரேனியம் அணுப்பிளவினால் தரும் ஆற்றலைவிட இது பல மடங்கு (சுமார் 4) அதிக மாகும். பொதுவாக இரண்டாவது வினை (2) தான் தற்போது அணுக்கருபிணைப்புக்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. நீண்ட நாள் ஆய்வு முதிர்ச்சி பெற்றபிறகு முதல் வினை ஊதியமாகப் பயன்படுத்தப்படலாம்.

அணுக்கருப் பிணைப்பு வாயிலாகப் பெறும் ஆற்றலின் அருமை பெருமைகள்

அணுக்கருப் பிணைப்புக்கு வேண்டிய மூலப்பொருள்கள் அய்ட்ரஜனும் ட்ரிடியமும் எனக் கண்டோம். சாதாரண அய்ட்ரஜனில் 6,000 அணுக்களுக்கு ஒன்றாகக் கன அய்ட்ரஜன் உள்ளது. அதாவது 1 கிலோ அய்ட்ரஜன் சுமார் 6 டன் நீரில் உள்ளது. ஒரு லிட்டர் நீரில் 1500 லிட்டர் பெட்ரோல் ஆற்றல் அடங்கி உள்ளது. உலகில் உள்ள நீர் அளவு 10^{13}டன் என்றால் இந்த ஆற்றல் வளத்தை எண்ணிப் பாருங்கள்! பெட்ரோல், கரி போன்ற இயற்கை எரிபொருள்கள் குன்றி, ஆற்றல் பற்றாக்குறை தோன்றும்போது இது ஓர் அமுதசுரபி போல் அல்லவா உள்ளது! அணுப்பிளப்பு முறையைவிட ஆற்றல் வளத்தைப் பல ஆண்டுகள் நீட்டும் தன்மை யுடைய பெருமை பிணைப்புமுறைக்குத் தகும். இயல் பான நீரிலிருந்து கனஎரிவாயு தயாரிப்பதும் எளிது. ட்ரிடியம் இயற்கையில் இல்லாமல், அணு உலைகளில் தோன்றினாலும், லிதிய உலோகத்



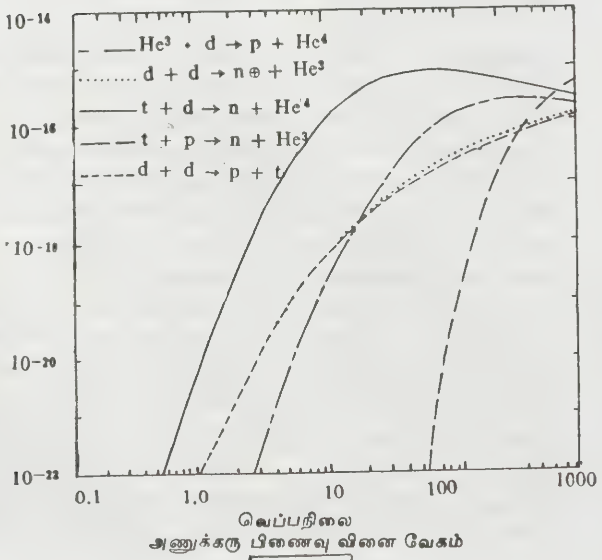
படம் 2



அணுக்கரு பிணைவு வினைவேக உறவுகள்

படம் 3

d = கன அய்ரட்ரசன் p = புரோட்டான்
t = ட்ரிடியம் He^3 = ஹீலியம்³ n = நியூட்ரான்



அணுக்கரு பிணைவு வினை வேகம்

படம் 4

திலிருந்து மேற்கூறப்பட்ட பிணைப்பு வினையால், தோற்றுவிக்கலாம். அதற்குப் பூமியில் வேண்டிய அளவு லிதிய வளம் உள்ளது. பற்றாக்குறையானால் கடல் நீரிலிருந்தும் அதை மின்னாற்பகுப்பு முறையால் தயாரிக்கலாம். மேற்கூறிய காரணத்தால் அணுக்கருப் பிணைப்பு முறைக்கான அடிப்படைப் பொருள்கள் எளி தில் மலிவாக நிறைய அளவில் நீண்ட நாள் தேவையை நிரப்பும் வகையில் உள்ளன. அணுக்கருப் பிணைப்பு உலைகளால் சுற்றுப்புறத் தூய்மை கேடுறாது. ஏனெனில், அவை கதிர்வீசும் பொருள்களை உமிழ்வ தில்லை. அணுக்கருப் பிணைப்பு உலைகள், பிளவு உலைகளைவிடப் பாதுகாப்பில் சிறந்தவை.

அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைக் குறுக்குவெட்டுகளும் வினைவேகங்களும்

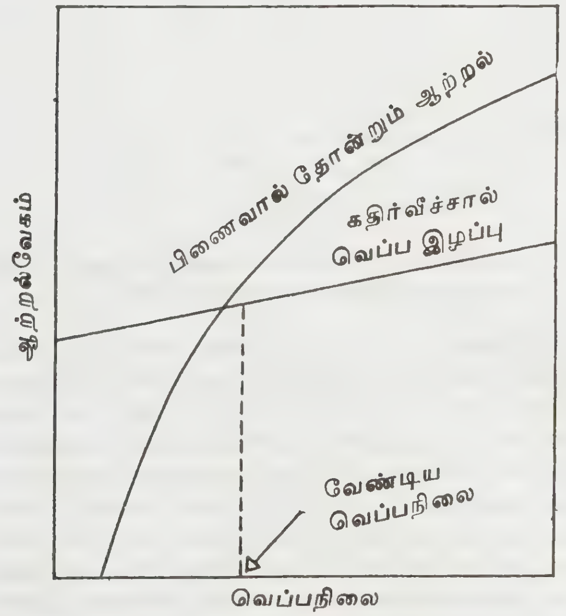
அணுக்கரு இயற்பியலில் குறிப்பிட்ட அணுக்கருவினை நிகழவேண்டின், அதில் பங்கு கொண்ட கருக்கள் குறிப் பிட்ட வினைக்கு அதிகக் குறுக்கு வெட்டு உடையவை யாய் இருத்தல் வேண்டும். குறுக்குவெட்டு என்பது வினை நிகழ உள்ள வாய்ப்பின் அளவை அடிப்படை யாகக் கொண்ட அளவாகும். மேற்கூறிய பல வினை களின் குறுக்குவெட்டு அளவுகள் அவற்றின் ஆற்றலைப் பொறுத்து எப்படி மாறுகின்றன என்பதைப் படங் கள் (2,3,4) காட்டுகின்றன. அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகள் ஆய்வுக்கூட ஆய்வுகளால் நடத்திக் காட்டப் பட்டுள்ளன. சைக்லோட்ரான் (Cyclotron) எனும் துகள் முடுக்கியால் கன அய்ட்ரஜன் கருக்கள் ஆற்றல் ஊட்டப்பட்டுத் திண்ம கன அய்ட்ரஜன் இலக்குகள் மேல் தாக்கச் செய்யும்போது, இவ்வினையின் நிகழ்வு நிலை நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆயின் இம்முறையில் நிகழும்வினை ஆற்றலைத் தரவல்லது அன்று. வினையில் விளையும் ஆற்றலைவிட வெப்பமாக இழக்கும் அளவே அதிகமாயுள்ளதால் ஆற்றல் பெற இம்முறை பயன் படாது. அணுக்கருப் பிணைப்பு வினையால் நிகர ஆற்றல் பெற வேண்டிய, முக்கிய நிலைகளைப் பற்றி ஆராய்வோம்.

பொருளின் பிளாஸ்மா நிலை

ஒருவளி மிக உயர்வெப்பநிலைக்கு வெப்பமூட்டப்படும் போது, எலக்ட்ரான்கள் முழுதும் வெளிப்படுகின்றன. காட்டாக அய்ட்ரஜனிலிருந்து எலக்ட்ரான் வெளிப் பட அய்ட்ரஜன் வாயு எலக்ட்ரான்களும், அணுக்கரு வின் புரோட்டான்களும் கலந்த கலவையாக இருக்கும். தனித்தனியாக அணுக்கருவும், எலக்ட்ரானும் மின் னூட்டம் பெற்ற கலவையாக இருப்பினும், அவை மின் னூட்டம் அற்ற நிலைக்கான பண்புகளையே பெற் றிருக்கின்றன. இக்கலவைக்குப் பிளாஸ்மா எனப்பெயர். இப் பிளாஸ்மாநிலையைப் பொருளின் நான்காவது நிலை என்பர். இப்பிளாஸ்மா அணுக்கருப் பிணைப்பு வினையில் பெரும் பங்கு பெறும். ஏனெனில், பிணைப்பு வினை நிகழ்வதற்கு உகந்த நிலையில் அய்ட்ரஜன்

பிளாஸ்மா நிலையில் இருக்கும். உயர் வெப்பநிலையில் நிகழும் அணுக்கருப்பிணைப்பு வினைகள் வெப்ப அணுக் கரு வினை எனப்படும் (Thermo Nuclear reaction).

இப்பொழுது அணுக்கருப் பிணைப்பு வினையால் ஆற்றல் பெறவேண்டின், தேவையான முக்கிய நிலை கள் யாவை என ஆராய்வோம். இக்கருப் பிணைப்பு வினைகள் நிகழ அவை உயர் ஆற்றல் நிலைக்கு உந்தப் படவேண்டும். ஏனெனில் அணுக்கருக்கள் சேர்க்கை பொருட்டு ஒன்றையொன்று நெருங்கும்போது, அவை புரோட்டான்களின் விலக்கு வேகத்தை வென்றால் அன்றிப் பிணைப்பு நிகழாது. எனவே அவை மின்னழுத்தத்தடுப்பு (Potential barrier) என்ற ஆற்றல் எல்லையைத் தாண்டுமாறு ஆற்றலூட்டப்பட வேண்டும். பொருள்களின் வெப்பநிலை உயரும்போது ஆற்றலும் ஓங்குவதால், அய்ட்ரஜன் உயர் வெப்ப நிலைக்கு இழுத்துச்செல்ல வெப்பமூட்டல் இன்றியமை யாதது. உயர் வெப்ப நிலையில் பிளாஸ்மா வெப்பத் தைக் கதிர்வீச்சு மூலமாக இழக்கின்றது. வெப்பநிலை உயர உயர, தோன்றும் ஆற்றலும் இழக்கும் ஆற்றலும் இரண்டுமே அதிகரிக்கின்றன. ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் தோன்றும் ஆற்றல், இழக்கப்படுவதைவிட மீறி, நிகர ஆற்றல் தோற்றநிலை உருவாகின்றது. இந்த நிலையிலேதான் தானே இயங்கும் அணுக்கருப்



படம் 5 கதிர்வீச்சில் வெப்பஇழப்பு

பிணைப்பு உலை இயங்கும். இதனைப் (படம்-5) விளக் கும். இந்த வெப்பநிலை அய்ட்ரஜன் கருக்களுக்கு 50×10^7 கெல்வின் என்றும், D, T வினைக்கு 10^7 கெல்வின் என்றும் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. இது வன்றி இவ்வினை பிளாஸ்மா நிலையில் நிகழ்வதா லும், பிளாஸ்மா நிலை அழிந்தால் வெப்ப ஆற்றல் இழப்பு நிகழ்வதாலும், வினை நிகழும் வேகம் பங்கு கொள்ளும் பிளாஸ்மாவின் அடர்த்தியைப் பொறுத் திருப்பதாலும், இப் பிளாஸ்மா குறிப்பிட்ட அடர்த்தி நிலையையும், குறிப்பிட்ட ஆயுளையும் பெற்றிருக்க வேண்டும். இந்தக் கட்டாய நிலையை லாஸன் என்ற இயற்பியல் அறிவியலார் 1957 இல் வெளியிட்டார். இதை அவர் பிளாஸ்மாவின் அடர்த்தி, ஆயுள் இவற்றின் பெருக்குத் தொகையான nT என்ற எண்ணிக்கையால் வரையறுத்தார். ஆகவே, பிணைப்பு உலைகள் இயங்க வேண்டிய நிலைகள் பட்டி யலில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிலைகளை அடைய வேண்டும். பட்டியல் (1) காண்க.

ஆகவே பிணைப்பு உலைகள் இயங்கவேண்டிய தேவை களைச் சுருங்கக் கூறின் அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத்தனிமங் களைக் கொண்ட எரிபொருள் குறிப்பிட்ட உயர் வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தப்படவேண்டும். அந்நிலை யில் பிளாஸ்மாவின் ஆயுள் குறிப்பிட்ட அளவு நீடிக்கப் பட்டுக் கட்டுக்குள் வைக்கப்படவேண்டும். இதுக்குறித்து இன்றுவரை தொடரப்பட்ட ஆய்வுகளை அறியுமுன் அணுக்கருப்பிணைப்போடு உறவுகொண்ட இரு பொருள்களைப் பற்றிக் காண்போம். ஒன்று : விண் மீனில் நிகழும் அணுக்கருப்பிணைப்பு, இரண்டு : பிணைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட அய்ட்ரஜன் குண்டு.

விண்மீனில் அணுக்கருப்பிணைப்பு: ஹான்ஸ் பெதே என்னும் அறிஞர் முதன் முதலில் விண்மீன்களின் ஆற்ற லுக்கு அணுக்கருப்பிணைப்பே அடிப்படைக்காரணமென் றார். இவ்வினையில் நான்கு அய்ட்ரஜன் அணுக்கள் இணைந்து ஹீலிய அணுவாக மாறுகின்றன. இப் பிணைப்பு நிகழப் பல வினை வழிகள் கூறப்பட்டாலும், அய்ட்ரஜன் வட்டம், கரிவட்டம் ஆகிய இரு வட்டங் களையே பொதுவாக மேற்கோள் காட்டுவர். ஏனெனில், அவையே அங்கு தோன்றும் ஆற்றலுக்குப் பெரும்பாலும் அடிப்படையாகின்றன. அய்ட்ரஜன் வட்டத்தில் கீழ்க்கண்ட வினையால் 4 புரோட்டான்கள் ஹீலிய அணுவாக மாறுகின்றன.

$$2\,(p + p) \longrightarrow d + e^{+}\ \text{(Positron)}\ (\gamma)$$

$$2\,(d + p) \longrightarrow He^{3}_{2} + \gamma\ \text{(Gamma)}$$

$$He^{3}_{2} + He^{3}_{2} \longrightarrow He^{4}_{2} + 2p$$

இந்த எரி வட்டத்தில் புரோட்டான்கள் கன அய்ட் ரஜன் அணுக்கருவைத் தோற்றுவிக்க, அவை புரோட் டானோடு இணைந்து ஹீலியம்³ அணுக்கருவைத் தோற்றுவிக்கும். இரண்டு ஹீலியம்³ கருக்கள் இணைந்து ஹீலியம் கருவைத் தரும். அய்ட்ரஜன் வட்டத்தால் சுமார் 27 மி.எ.ஒ. ஆற்றல் உண்டாகும். விண்மீன் களின் உட்பகுதியில் இவ்வினை நிகழ்வதால், வெப்பம் மெதுவாகத்தான் கடத்தல் முறையால் வெளிவரு கின்றது. கரிவட்டம் அதே ஆற்றலைத் தந்தாலும்

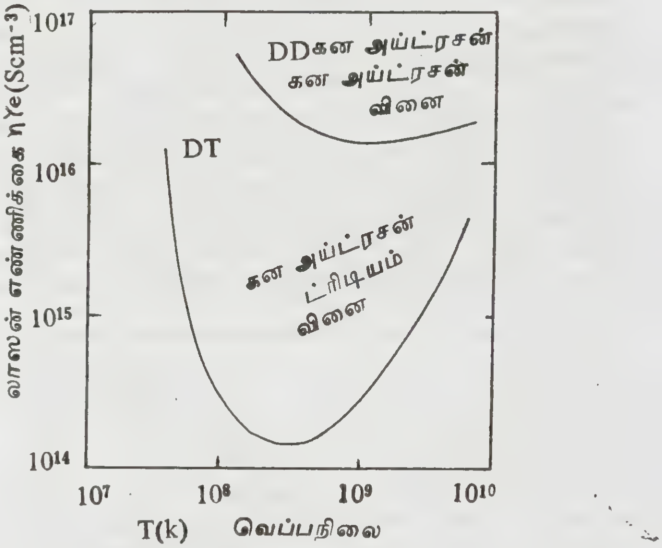
இது $15000000°K$ என்ற மீயுயர் வெப்பநிலையில் நிகழ்கின்றது. இங்கு ஆற்றல் வெளிவரும் அளவு மிகக் குறைவே ஆகும். சூரியனில் இவ்வேகம் 2×10^{7} வாட்/கிராம் -ஐவிடக் குறைவாகும். இது விறகு எரிந்து வெளியிடும் வெப்பத்தைவிடக் குறைவு. அப்படியிருப்பினும் இங்கு உள்ள வெப்பநிலை $10^{6}—2 \times 10^{6}$ கெ.விட அதிகம். இதற்குக் காரணம் விண்மீன்களின் அளவு கடந்த பருமனும், அங்கு வெப்பம் கடத்தப்படாதிருக்கும் நிலையும்தான். விண்மீன்களின் ஆற்றல் பற்றிய புதிய புதிய ஆய்வுகள் இன்னும் தொடர்ந்து நடந்து வருகின்றன.

அய்ட்ரஜன் குண்டும், அணுக்கருப் பிணைப்பும்: அணுக்கருப் பிணைப்பு வினையின் அரக்க வடிவமே அய்ட்ரஜன் குண்டாகும். இது அணுகுண்டைவிடப் பலமடங்கு ஆற்றல் வாய்ந்தது. அமெரிக்கா முதன் முதலில் 1953ஆம் ஆண்டு இதைப் பசிபிக் தீவில் ஆய்வு செய்தது. இதன் உட்பகுதியில் கன அய்ட்ரஜன், ட்ரிடியம், லிதியம், அடிப்படைப் பொருள்களாக அமைகின்றன. அவை அடையவேண்டிய வெப்பத்தை அணுகுண்டு போன்ற வெப்ப அணுக்கருக் கருவி தோற்றுவிக்கிறது; $10^{7}K$ வெப்பநிலையை சில மைக்ரோ நொடிகளில் எட்டும். இதனால் ஏற்படும் அணுக்கருப் பிணைப்பு வினை மேலும் வெப்பத்தை வெளியிட, வினையின் வேகம் அதிகரிக்கின்றது. இந்த வேகம் பல அணுக்கள் சிதறும் முன் வினையில் பங்குகொள்ள உதவுகின்றது. மேலும் அதிக ஆற்றல் வெளிவரும்போது அது உள் நோக்கி அழுத்தும் ஆற்றலாகி, அணுக்களின் அடர்த்தியைப் பல மடங்காக உயர்த்துகின்றது. இதில் கன அய்ட்ரஜன் கருக்களின் இடையில் நிகழும் பிணைப்பும், கன அய்ட்ரஜன், ட்ரிடியம் இவற்றின் கருக்களின் இடையே நிகழும் பிணைப்பும் முக்கியமாகும். ட்ரிடியம், லிதிய அணுக்களிலிருந்து நியூட்ரான் தாக்குதலால் தோன்றுகின்றது. இவ்வாறாக ட்ரிடியம் இடையறாது வர லிதியம் உதவுகின்றது. வெளியிலுள்ள சாதாரண யுரேனிய உறை, கொள்கலமாகப் பயன்படுவதுடன் அதுவும் அணுப்பிளப்புக்கு உள்ளாகி ஆற்றலைத் தருகின்றது.

வெப்ப அணுக்கரு உலை (Thermo nuclear reactor)

அணுக்கருப்பிணைப்பின் ஆற்றலைச் சீராக வெளியிட்டு ஆக்க வேலைக்குப் பயன்படுத்த உதவும் சாதனம் வெப்ப அணுக்கரு உலை எனப்பெறும். அணுக்கருப் பிணைப்பு வாயிலாக ஆற்றலைத் தோற்றுவிக்க, இக் கருவி தேவையாகும். இதில் அடிப்படையாக ட்யூடிரியம் அணுக்கருக்களின் பிணைப்புவினையே மலிவானது என்றாலும், அதற்கு வேண்டிய உயர்ந்த வெப்பநிலை காரணமாக முதலில் கன அய்ட்ரஜனும் ட்ரிடியம் அணுக் கருக்களும் இணையும் வினையே பயன்படும். இதற்கு வேண்டிய ட்ரிடியத்தை லிதியம் நியூட்ரானால் தாக்கப் படும்போது தோன்றும் வினையே அடிப்படையாகக் கொள்ளும். எனவே ட்ரிடியம் வற்றாது இவ்வுலைக்கு அளிக்கப்பட லிதியத்திலிருந்து தொடர்ந்து ஈன்றெடுக்கப்பட வேண்டும். இவ்வுலையை இயங்கச் செய்யக் கன வளிமம், ட்ரிடியம் இவற்றின் பிளாஸ்மா உயர் வெப்ப நிலைக்கு உந்தப்பட்டு, இதன் ஆயுள் நீடிக்கப்பட்டு அழியாத நிலையில் கட்டிக் காக்கப்படவேண்டும். இந்த வினையில் வெளியாகும் ஆற்றல், இதில் வரும் நியூட்ரான்களின் வேக ஆற்றலாக வெளிவந்து வெப்பமாக மாறி நீராவியைத் தோற்றுவிக்கும்.

அணுக்கருப்பிணைப்பு உலையில் தோன்றும் வெப்ப ஆற்றல், அதில் நிகழும் வெப்ப இழப்பை விஞ்சி ஆக்க வழியில் வெப்ப ஊற்றாக இயங்க வேண்டிய தேவையான நிலையில் பட்டியல் (1) a,b இல் (படம்-6) இல்



படம் 6. அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகளும் அதற்கு வேண்டி லாஸன் எண்ணிக்கை வெப்ப நிலை உறவும்.

தரப்பட்டுள்ளது. 1950 ஆம் ஆண்டிலேயே அய்ட்ரஜன் குண்டு வந்தாலும், இன்றுவரை அமைதிப் பணிக்கான ஆற்றல் உலை இயங்க இயலாத காரணம் கட்டுப்பாடான வெப்ப அணுக்கரு வினை நிகழ ட்யூடிரியம் ட்ரிடியம் பிளாஸ்மா பலகோடி வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்படவேண்டும் என்பதே. இப்படி உயர் வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தப்படும் பிளாஸ்மா அழுத்தம் மிக்கதாய் உள்ளது 200 Psi). அது விரிந்து பரவத் துடிக்கும். இந்த பிளாஸ்மாவை உள்ளடக்கி வைக்கத் தேவையான கொள்கலத்தை அறிவியலார் உருவாக்குவதில் வெற்றியடையவில்லை. மேலும் ஆக்கமுறையில் இவ் வினை வெப்பத்தைத் தோற்றுவிக்கப் பிளாஸ்மாவின் ஆயுள் நீடிக்கப்படவேண்டும். பிளாஸ்மா கொள் கலத்தின் சுவர்களை அடைந்தால் அழிந்து போகும். எனவே பிளாஸ்மாவைக் கொள்கலச்சுவர் அடையாமலிருக்க வழிவகுக்கும் கலன்கள் தயாரிக்கப்பட வேண்டும். உயர்வெப்பநிலையில் அழியாத கொள் கலச் சுவர்களாகப் பயன்படத்தக்க உலோக, உலோகக்

பட்டியல் 1 - a

அணுக்கருப்பிணைப்பு உலைக்கு வேண்டிய நிலைகள்

அணு வினை	தேவையான குறைந்த வெப்ப நிலை	துகள்களின் அடர்த்தி	தேவையான குறைந்த நேரம்
கன அய்ட்ரஜன் ட்ரிடியம் D-T	10^8 °K	10^{14}—10^{16} துகள்/க.செ.	1—0.01 நொடி
கன அய்ட்ரஜன் D-D	5×10^8 °K	10^{14}—10^{16} துகள்/க.செ.	100—1

பட்டியல் 1 - b

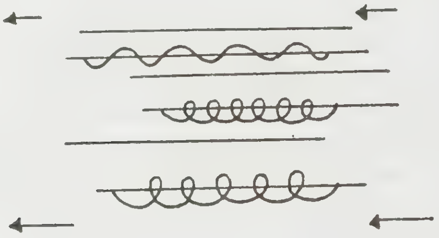
ஆற்றல் உலைக்குத் தேவையான நிலைகள்

முறை	அயனி வெப்ப நிலை T—Kev	லாஸன் பெருக்கல் எண்.	பீட்டா	குறிப்பு
டோக்கோமாக்	15	$> 10^{14}$	0.1	1000 மெ.வா.பற்றும் முறை.
வழக்கில் உள்ள கண்ணாடி	150	$> 10^{13}$	0.8	மீண்டும் பயனுறும் ஆற்றல் தேவை.
இருமுனைக் கண்ணாடி	30	$> 10^{14}$	0.5	500 மெ.வா.பற்றும் முறை.

கலவை கண்டுபிடிக்கப்படவேண்டும். இவ்வாறு பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்பட்ட நிலையில் கையாண்டு அணுக்கருப்பிணைப்பை ஆக்க வழியில் செயற்படுத்த அறிவியல் வழிகளில் ஆய்வு தொடர்ந்து நடந்து வருகின்றது. ஒன்று, காந்தச் சிறைப்படுத்தும் முறை, இரண்டு லேஸர் பிணைப்பு முறை.

அணுக்கருப் பிணைப்பும், பிளாஸ்மா முறைகளும்

உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பிளாஸ்மா அழுத்தத்தால் பரவத் துடிப்பது இயல்பு. இப்படி அது பரவிக் கொள்கலத்தின் உலோகச் சுவர்களைத் தொடுமாயின் அது மோதல் வினைகளால் தன் ஆற்றலை இழக்கும். இதனால் அதன் வெப்பநிலையும், ஆற்றலும் குறைய அணுக்கருப் பிணைப்பு தடைப்படும். மேலும், உயர் வெப்பநிலையில் உலோகம் உருவழியாமல் காக்கப்பட வேண்டும். எனவே பிளாஸ்மாவைச் சிறைப்படுத்த வேண்டிய தேவை இன்றியமையாதது. பிளாஸ்மாவில் மின்னூட்டமுடைய துகள்கள் இருக்கின்றன. இதனால் பிளாஸ்மாவைக் காந்த ஆற்றலால் சிறைப்படுத்த முடியும். படம்-7 இல் மின்னூட்ட முடைய துகள்கள்



படம் 7. கோடுகள் காந்த விசைக்கோடுகளையும், சுருள்கள் காந்த விசை அமைப்பையும் காட்டுகின்றன. மின்செறிவு ஏற்றிய துகள்கள் இடைபட்டுள்ளன.

எப்படிக் கட்டுப்படுகின்றன எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது. காந்த ஆற்றல் இத்துகள்களைச் சுற்றி வட்டக்காந்த விசையைத் தோற்றுவிக்கும். அவை நேர்கோட்டுப் பாதையிலிருக்கும்போது மின்விசை, சுருள்வளைய வடிவாக மாறி இத்துகள்களைக் காக்கும் அரணாக மாறுகின்றன. இந்த உத்தியால் பிளாஸ்மாவை எளிதாய்க் கட்டுப்படுத்தி அணுக்கருப் பிணைப்பு ஆற்றலைப் பெறலாமென அறிவியலறிஞர்கள் எண்ணினர். ஆனால், உயர் வெப்பநிலை பிளாஸ்மாவின் ஊடுருவும் தன்மையும், நிலையிலாத தன்மையும் இதில் பிரச்சினைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. காந்த ஆற்றல் வேறுபடும்போது காந்த விசை வளையங்கள் மாறி, துகள்கள் ஒன்றோடொன்று மோதிப் பிளாஸ்மா தன்மையை இழக்கின்றன. இப்படி பிளாஸ்மா காந்தப் பிடியிலிருந்து நழுவிச் சுவர்களோடு மோதித் தன் தன்மையை இழப்பதை விரவல் என்பர். இவ்வூடுருவல்களை இயல்பான விரவல் (Classical diffusion), போம் ஊடுருவல் (Bhoms diffusion) என்பர். பிளாஸ்மா தன் நிலையை இழக்கத் தூண்டும் சிக்கலான நிலையை நீர்ம காந்த நிலையின்மை (Hydromagnetic instability) என்பர்.

இத்தகைய நிலையிலாத் தன்மையையும், ஊடுருவலையும் தடுத்து வெற்றி கொள்ள உயர் வெப்ப பிளாஸ்மாவில் ஆழ்ந்த ஆய்வுகளைக் கடந்த 20 ஆண்டுகளாக அறிவியலறிஞர்கள் நடத்தி வருகின்றனர். இதன் விளைவாகக் காந்தச் சிறைமுறையில் பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்படுத்தும் ஆய்வு கீழ்க்கண்ட நான்கு திசைகளில் பரந்து விரிந்துள்ளது. 1. பிடிப்பு முறை, 2. ஸ்டெல்லரேட்டர், 3. டோகோமாக், 4. காந்தக் கண்ணாடி.

பிளாஸ்மாவை வெப்பமூட்டும் முறைகள்

வெப்ப அணுக்கருப் பிணைப்பு உலை இயங்கத் தொடங்கினால் அதன் இயங்கும் வெப்பநிறை போதிய உயர்நிலையில் இருப்பதால், கன அய்ட்ரஜனும், ட்ரிடியம் வளிமக் கலவைகளும் அதனுள் நுழைந்ததும் அயனிகளாக மாற்றப்பட்டுப் பிளாஸ்மா நிலையை அடையும். முதலில் தோன்றும் பிளாஸ்மா குறைந்த அடர்த்தியே கொண்டிருந்தாலும், பின்பு அதிக மின் அழுத்தம் தருவதாலோ, அன்றி நேர்முக மின்னோட்டத்தாலோ வலுப்படுத்தப்படலாம். சில பிணைப்பு அமைப்புகளில் உயர் ஆற்றல் பிளாஸ்மா கருவியின் வெளியில் தோற்றுவிக்கப்பட்டுக் கருவியினுள் செலுத்தப்படலாம். அயனி ஊற்றுகளும், பிளாஸ்மா துப்பாக்கிகளும் அதற்குப் பயன்படலாம்.

பிளாஸ்மாவை வெப்பமூட்ட மின்னோட்டத்தால் சூடேற்றும் முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த மின்னோட்டம் பிளாஸ்மாவில் புறமுகமாகத் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. மின்னோட்டத் தடை காரணமாக பிளாஸ்மாவின் வெப்பநிலை உயர்கின்றது. ஆனால் உயர் வெப்பநிலையில் மின்னோட்டத் தடை குறைவதால் இந்நிலையில் உயர் வெப்பநிலைக்குக் கொண்டு செல்ல மற்ற முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். அவை 1. பிளாஸ்மாவைக் காந்த விசையால் நெருக்குவது, 2. உயர் ஆற்றல் நடுநிலை அணுக்களைக் காந்த விசை வட்டத்திற்குள் பாய்ச்சுதல், 3. காந்தப் பம்பு முறை, 4. எலக்ட்ரான் சைக்லோட்ரான் முறை, 5. லேசர் முறை.

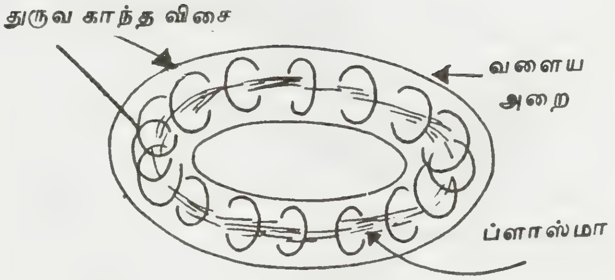
காந்தச் சிறை முறைகள்

1. பிடிப்பு முறைகள் : இவை மெல்லிய பீட்டா பிடிப்பு, வலிய பீட்டா பிடிப்பு என இரு வகைப்படும்.

மெல்லிய பீட்டா பிடிப்பு

பிளாஸ்மா துகள்கள் தரும் அழுத்த விசைக்கும், அவை செலுத்தப்படும் காந்த விசைக்கும் உள்ள விகிதமே பீட்டா எனப்படும். வளைய காந்தப்பாதை முறையில் காந்தவிசை வட்டமாய் அமைந்து துகள்கள் வெளியேறாது காக்கும். இம்முறையில் வளைய அறையில் உள்ள

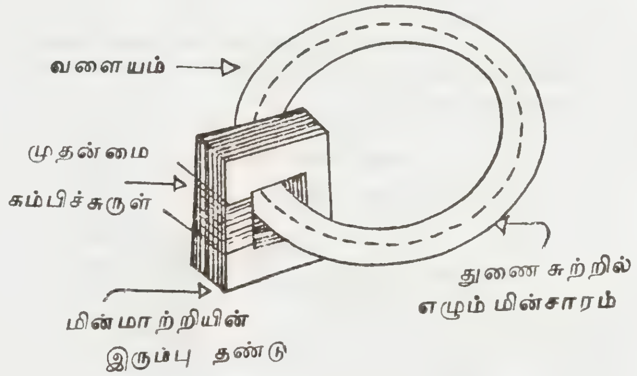
பிளாஸ்மாவில் மின்னோட்டம் தோற்றுவிக்கப்படும். இதற்கு வளைய அறை ஒரு மின் மாற்றியின் இரண்டாவது வட்டமாக அமைக்கப்படுகின்றது. மாற்றியின் முக்கிய கம்பிகளில் ஓடும் மாறும் தன்மையுள்ள மின்னோட்டம் பிளாஸ்மாவில் மின்னோட்டத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றது. இது பிளாஸ்மாவைச் சுற்றி அரணாக அமைகின்றது. இது (7, 8, 9) படங்களில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இம்முறையில் பிளாஸ்மாவின் ஆயுள் சில நொடிகளாய் இருந்தது. வளைய அறையைச் சுற்றிக் கம்பி அமைத்து ஒரு வளைய காந்த விசையைத் தோற்றுவித்தால் பிளாஸ்மாவின் நிலையிலாத் தன்மை குறைந்து ஆயுள் நீடிக்கப்படலாம் என ஆய்வுகள் காட்டின. இதன் விளைவாக வளைய அறையைச் சுற்றிக் கம்பிகள் தோன்றின. இம்முறையைப் பிடிப்பு அல்லது மெல்லிய பீட்டா பிடிப்பு என்பர். ஏனெனில், இதில் பிளாஸ்மாவின் அழுத்தம் காந்த விசையைவிடக் குறைவு.



படம் 8. வளைய அறையில் ஓடும் பிளாஸ்மாவில் தோற்றுவிக்கப்படும் மின்சாரத்தால் துருவ காந்த விசை தோன்றிப் பிளாஸ்மாவிற்குச் சிறைபோடும் அரணாக அமைகின்றது.

வலிய பீட்டா பிடிப்பு

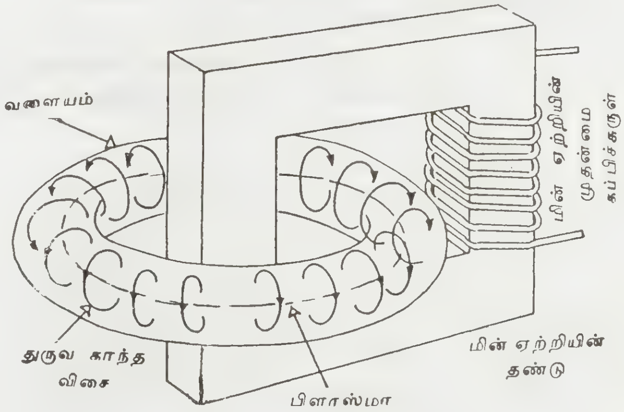
இதில் பிளாஸ்மாவைச் சுற்றி ஒரு வளையத் தகடு இருக்கின்றது. இதில் திடீரென அதிக மின்னோட்டத்தை மின் செறிவு தேக்கிகளைக் (Bank of capacitors) கொண்டு பாய்ச்சுகின்றனர். இதில் வேகமாக எழும் காந்தவிசை பிளாஸ்மாவை நெருக்கிப் பிடிக்கின்றது. இதில் துகள்களின் அழுத்தம் அதிகமானதால் வலிவான பிடிப்பு ஏற்படுகின்றது. இது (11)-வது படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. நேர் குழாய்களில் வலிய பீட்டா பிடிப்பு ஏற்படும்போது, பிளாஸ்மா நிலைக்கும் காலம் அதிகரித்தாலும், முனைகளில் அது நழுவ வாய்ப்புள்ளது. எனவே இது வளைய அறையாக மாற்றப்பட்டது.



படம் 9. பிளாஸ்மா வளைய அறையில் செல்லும்பொழுது முதல் வட்டத்தில் மாறுபடும் மின்னோட்டத்தால் பிளாஸ்மாவில் மின்னோட்டம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது.

ஸ்டெல்லரேட்டர் முறை

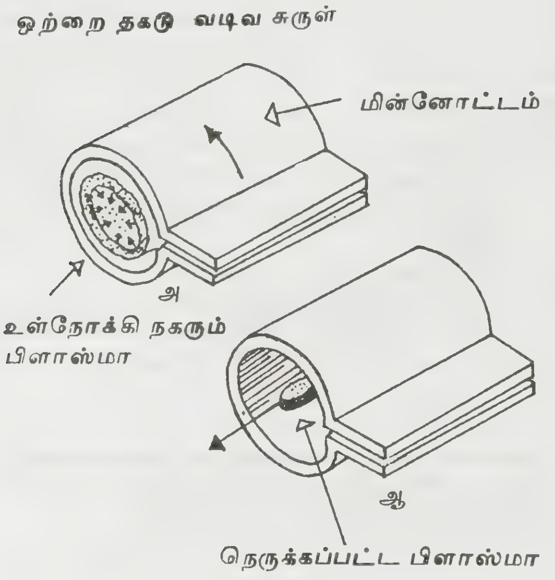
வளைய காந்த விசையைத் தோற்றுவிப்பதால் பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்படுத்தும் முறை நல்ல பலன்களைத் தந்தபோதிலும், காந்த விசையில் ஒரே தன்மையான விசை இல்லை. சிறிய ஆரம் உள்ள இடங்களில் காந்த விசை குறைந்தும், அதிக ஆரம் உள்ள இடங்களில் விசை மிகைப்பட்டும் இருக்கும். இதனால் பிளாஸ்மாவில் அசைவுகள் தோன்றி அறைச்சுவர்களைத் தொடவைத்து அதன் ஆயுளைக் குறைக்கின்றன. இதற்காகக் காந்த விசையைத் தக்கவாறு மாற்றி அமைக்கத் திட்டமிடப்பட்டுக் கட்டுப்பாட்டுக் கம்பிச் சுருள், நிலைக்க வைக்கும் கம்பிச் சுருள் என இரு சுருள்கள் சேர்க்கப்பட்டன. இது படத்தில் (12) காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு மெல்லிய பீட்டா பிடிப்புக் கருவி; இதில் போம் (Bhom) விரவல் அதிகம்.



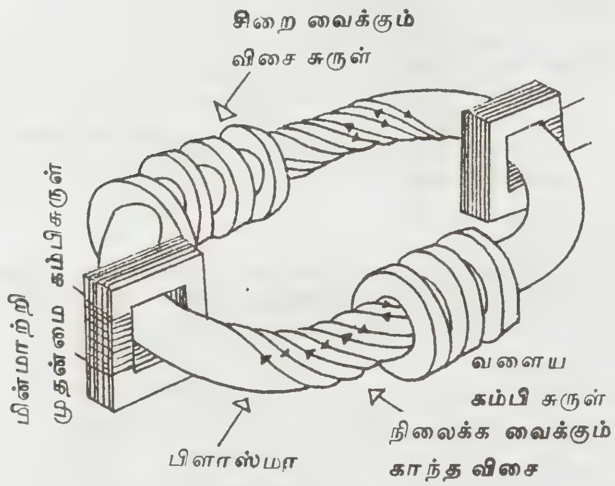
படம் 10 வளையத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிளாஸ்மாவின் மின்னோட்டம் தோன்றித் துருவ காந்தவிசை தோன்றி அது வளைய காந்த விசையோடு சேர்ந்து பிளாஸ்மாவை நிலைக்கச் செய்யும்.

டோக்கோமாக் முறை

இது முதன் முதலில் சோவியத் நாடுகளில் கடைப்பிடிக்கப்பட்டது. ரஷிய மொழியில் டோக்கோமாக் என்

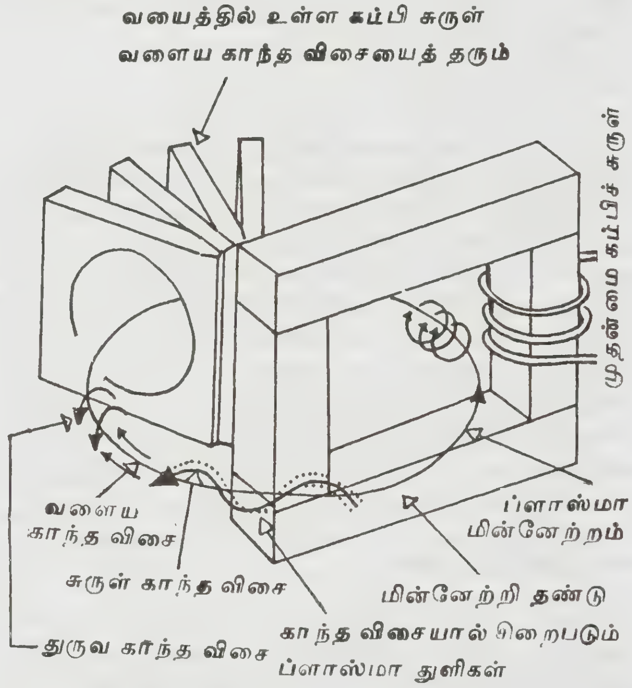


படம் 11 தீட்டா பிடிப்பு முறை அ. அதிர்வு வெப்பம் ஏற்றும் முதல் நிலை ஆ. இரண்டாவது ஆறும் நிலை (நெடுக்கத்திற்குப்பின்)

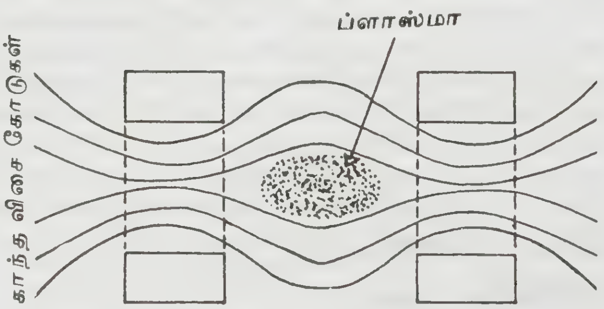


படம் 12. ஸ்டெல்லரேட்டர் காந்தச் சிறைமுறை

றால் மிகையான மின்னோட்டம் எனப்பொருள். இது முன்பு கூறிய மெல்லிய பீட்டா வளையப் பிடிப்பு முறையையும், ஸ்டெல்லரேட்டர் முறையையும் கொண்டது. இதில் பிளாஸ்மா வளைய அறையில் வளையக் காந்த விசையாலும் முனைக் காந்த விசையாலும் சிறை வைக்கப்படுகின்றது. இம்முறையில் வளையக் காந்தவிசை மற்றதைவிட அதிக செறிவுடையது. வளையத் துருவக் காந்த விசையைத் தக்க முறையில் மாற்றுவதால் பிளாஸ்மாவின் ஆயுள் நீடிக்கின்றது. இம்முறையால் லாஸன் குறியான nT பெருக்கல் அதிக எண்ணை எட்டியது. இன்று இதில்தான் அதிகப்படியாக nT எண் தோன்றி அ.க. பிணைப்பு உலைக்கு நம்பிக்கை ஊட்டி வருகின்றது. ரஷியா, அமெரிக்கா, ஐரோப்பா ஆகிய நாடுகளில் இந்த டோக்கோமாக்குகள் அமைக்கப்பட்டு ஆய்வுகள் முனைப்பாக நடக்கின்றன. ஐரோப்பியக் கூட்டு வளையம் (JET) எனப்படும் டோக்கோமாக் பெரிய அளவில் இங்கிலாந்தில் கட்டப்பட்டு இயங்க உள்ளது. இந்த டோக்கோமாக்கைப் பற்றிய விவரங்கள் பட்டியல்களில் (2, 3, 4) தரப்பட்டுள்ளன. இவற்றைப் (படம் (2, 4) JET இன் குறுக்கு வெட்டுப் படம்) போன்ற அரக்க வடிவு டோக்கோமாக்கள்தான் காந்தச்சிறை முறைப் பிணைப்பு ஆற்றல் உலைகளில் கட்டப்படும். படங்கள் (10, 13, 16) டோக்கோமாக் கொள்கையை விளக்குகின்றன.



படம் 13. டோக்கோமாக்கின் தத்துவம்.



படம் 14. காந்தக் கண்ணாடி முறையில் ப்ளாஸ்மாவை உள்ளடைத்தல்.

பட்டியல்-2

அணுக்கருப் பிணைப்புக்குத் தேவையான நிலைகளும், காந்தச்சிறை முறையால் கண்ட நிலைகளும்.

முறை	சாதனம்	இடம்	பிளாஸ்மா விட்டம் செ.மீ.	துகள் அடர்த்தி n /செ.மீ	அயனி வெப்ப நிலை (T-Kev)	சிறை நேரம்	லாஸன் பெருக்கல் எண்.
டோக்கோமாக்	T—4 (1970)	குருஷேடவ் நிலையம்- மாஸ்கோ	30	3×10^{13}	0.4	10	6×10^{11}
	TFR (1974)	பாரீஸ்	40	4×10^{13}	0.8	15	6×10^{11}
	Aleator	மாஸசூஸட்ஸ் தொழில் நுட்ப நிறுவனம்	18	6×10^{14}	0.8	20	1.2×10^{13}
	PLT (1976) PLT (1978) சார்பற்ற கதிர்	ப்ரின்ஸ்டன் பல்கலைக்கழகம் அமெரிக்கா	90 90	6×10^{13} 4×10^{13}	1.0 5.0	50 25	3×10^{12} 10^{12}
காந்தக் கண்ணாடி	PR—6 (1971)	குருஷேடவ் நிலையம்-மாஸ்கோ	10	2×10^{12}	0.5	0.15	3×10^{8}
	டென்னிஸ்பந்து (1972) 2×HB (1977)	லாரன்ஸ் லிவர்மூர் ஆய்வுக்கூடம்	20 15	2×10^{9} 10^{14}	2 13	1000 1	2×01^{8} 10^{11}
இருமுனைக் கண்ணாடி	TMX (1979)	லாரன்ஸ்லிவர்மூர் ஆய்வுக்கூடம்	50	2×10^{13}	0.2	5	10^{11}

பட்டியல்-3

கட்டப்பட்டுவரும், இயங்கும்-சில டோக்கோமாக்குகள் பற்றிய விவரம்

டோக்கோமாக் பெயர்	இடம்	பிளாஸ்மா மின்னோட்டம் ஜி. ஆம்பியர்	பெரிய ஆரம்-மீ.	சிறிய ஆரம்-மீ.	வளைய காந்த விசை (டெஸ்)	இயங்கத் தொடங்கும் ஆண்டு
TFR-600	பிரான்சு	500	0.98	0.23	60	1976
ASDEX	மே.ஜெர்மனி	500	1.64	0.4	2.8	1979
TEXTOR	மே.ஜெர்மனி	500	1.75	0.5	2.0	1982
FT	இத்தாலி	500	0.83	0.21	6.0	1978
EDTTE	U.K.	200 (350)	1.17	0.27	2.8 (3.5.)	1975
JET	EEC	3800 (4800)	2.96	1.25 × 2.1	2.6 × 3.5	1982
JTPP-T-11	ஜப்பான்	160	0.91	0.17	3.0	1976
JT-60	ஜப்பான்	2700	3.00	0.95	4.5	1982
PLT	அமெரிக்கா	550	1.3	0.4	3.5	1976
D-111	அமெரிக்கா	2500 (5000)	1.45	0.45 × 1.5	2.6 (4.0)	1981
TETR	அமெரிக்கா	2500	2.48	0.85	5.2 (6.0)	1981
T-10	ரஷ்யா	560	1.5	0.37	4.5	1976
T-10A	ரஷ்யா	1400	2.4	0.7	3.5	1983
TB-6	ரஷ்யா	1500	2.35	0.75	4.0	1985

(   ) — நீட்டப்படும் அளவு

பட்டியல் - 4

உலகில் மிகப்பெரிய ஐரோப்பியக் கூட்டு டோக்கோமாக் பற்றிய சில விவரங்கள்

நிகர உயரம் — 15.5 மீட்டர்.

வெளி விட்டம் — 15 மீட்டர்.

தேவையான மொத்த ஆற்றல் — 700 மெ. வாட்டுக்கு மேல்

பிளாஸ்மா மின்னோட்டம் — 4.8 மில்லியன் ஆம்பியர்

மின்னோட்ட வெப்பமேற்றும் வலிமை — 2.3 மெ.வா.

உயரிய மாறும் அலை எண் வெப்ப ஏற்றம் — 25 மெ. வா.

காந்த விசை — 3.4 டெஸ்லா

அலை உயரம் — 20 செகண்டுகள்

செலவு மதிப்பீடு

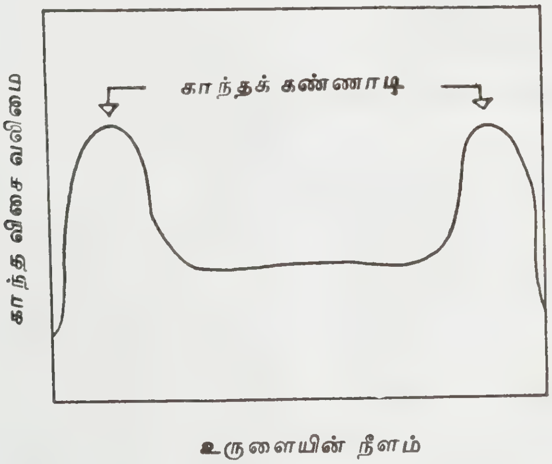
கட்டுமானம் இயக்கம் சேர்த்து — 5000 கோடி ரூபாய்

திட்டம்

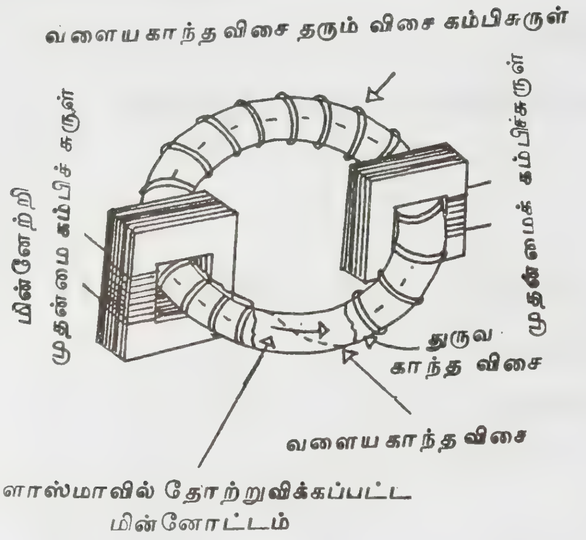
மின்னோட்டத்தால் சூடாக்கல் — எதிர்பார்க்கும் வெப்பநிலை 5×10^6 °C

84 — 88 :— மாற்று வெப்பமேற்றும் முறை — எதிர்பார்க்கப்படும் வெப்பநிலை 50×10^6 °C

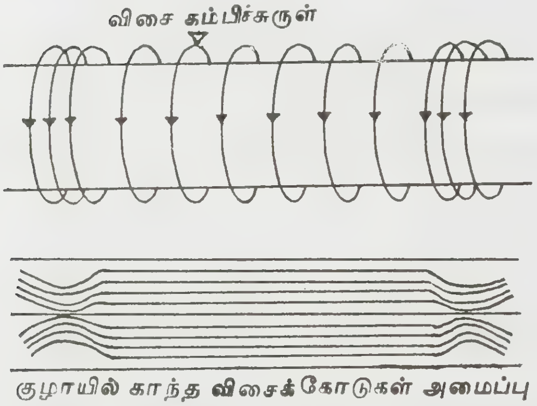
1989 — ட்ரிடியம் முதல் முதலாகப் பயன்படுத்தல்.



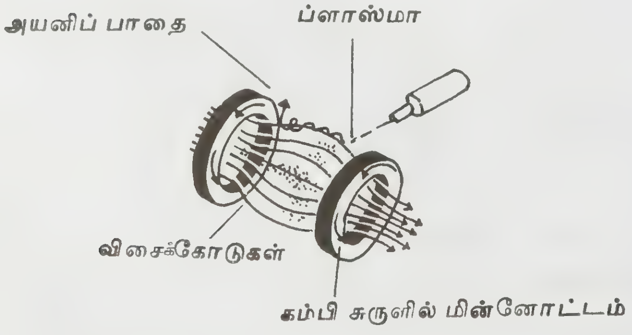
படம் 15



படம் 16. டோக்கோமாக்கை விளக்கும் படம். விசைச் சுருள் வளைய அறைக்கு வெளியில் இருந்து காந்த விசையைத் தோற்றுவிக்கும். பிளாஸ்மாவில் தோன்றும் மின்னோட்டம் துருவக் காந்த விசையைத் தரும். இரண்டு காந்தவிசைகளும் வளைய காந்த விசையாக மாறிப் பிளாஸ்மாவை நிலைக்க வைக்கும்.



படம் 17 காந்தக் கண்ணாடி முறையால் பிளாஸ்மாவைச் சிறை வைத்தல்.



படம் 18. காந்தக் கண்ணாடி முறையில் இருமுனையில் அடைத்தல்,

கண்ணாடிக் காந்தச் சிறை முறை

இம்முறையில் காந்த விசை நேர்கோட்டுத் தன்மையாக இருக்கும். ஆனால் பிளாஸ்மா நழுவாமல் இருக்கக் குழாய்களின் இரு முனைகளிலும் காந்த விசை தக்க முறையில் அதிகரிக்கப்படுகின்றது. இதன் விளைவாக முனைகளில் துகள்களின் வேகம் குறைந்து, அவை திருப்பி அனுப்பப்படுகின்றன. இம்முறையில் வளை அமைப்பும், காந்த விசைக் கோடுகளின் நிலையும், காந்தவிசையும் படங்களில் (14, 15, 17, 18) இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் பலவகை மாறுபாடுகள் கொண்ட அமைப்புகள் உள்ளன. ஒரு முறையில் காந்த விசை டென்னிஸ் பந்து போன்ற வளையங்களைக் கொண்டு தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. இது படம் (19) இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கண்ணாடி முறை பல சிறப்பான கூறுகளைப் பெற்றிருந்தாலும், பிளாஸ்மாவின் ஒழுக்கு இதன் குறைபாடாகும்.

காந்தச் சிறை முறைகளின் இன்றைய ஆய்வு நிலை

இன்று அமைக்கப்படும் அரக்க வடிவ டோக்கோமாக்குகள் வெற்றியை நோக்கி வேகமாக நெருங்கி வருகின்றன. மேலும் நடைமுறையில் மலிவான முறையை ஏற்படுத்த ஆற்றல் வாய்ந்த காந்தங்களைத் தோற்றுவிப்பது, பிளாஸ்மாவை வெப்பமேற்றச் சிறந்த முறைகளைத் தேடுவது, சிறைச்சுவர்களுக்குத் தக்க பொருள் அல்லது உலோகக் கலவைகளைத் தேடுவது, மீக்கடத்திக் காந்தங்களைத் (Super conducting magnets) தயாரிப்பது போன்ற சிக்கலான நுண்துறைகளில் ஆய்வுகள் மும்முரமாகத் தொடரப்படுகின்றன.

லேசர் வெப்பமேற்றும் அல்லது மடிமைச் சிறைமுறை

கன அய்ட்ரஜன் தாக்கியில் லேசர் கதிர்கள் விட்டு விட்டு அசுர ஆற்றலோடு குறுகிய காலத்தில் (10^{-9} நொடிக்குள்) தாக்கும்போது, வெளிப்பரப்பில் வெடிப்பு ஏற்பட்டுப் பெரிய அளவில் ஆற்றல் வெப்பமாய் வர வெப்பநிலை மிகவும் உயர்கின்றது. கால அளவு குறுகியிருப்பதால் வெப்ப இழப்புக்கும் பிளாஸ்மா துகள் ஓட்டத்திற்கும் வழியில்லை. அவை வெப்பத் தாக்குதலுக்குஉள்ளாகின்றன. உயர் ஆற்றல் துகள்களை உள் நோக்கி நெருக்க, அடர்த்தி உயர்கின்றது. ட்யூடிரியம், ஹீலியம் ஆகியஇரண்டு கருக்களும்இணைந்து ஆற்றலை வெளிப்படுத்துகின்றன. இன்றைய கருவிகளில் சூடாக்க வேண்டிய வெப்ப ஆற்றலே வெளிவரும் ஆற்றலை விட மிகையாக உள்ளது. ஒரு மில்லி மீட்டர் அளவில் பல மெகாவாட் ஆற்றலை 10^{-9} நொடிக்குள் தோற்றுவிப்பது பெரிய வெற்றி. விட்டு விட்டு இயங்கும் (Pulsed Laser) லேசர்கள் பல பயன்படுத்தப்படுகின்றன. லேசர் வழி ஏற்படும் கருப்பிணைப்பைப் படம் (20) காட்டும். லேசர் அணுக்கருப் பிணைப்பு அமைப்பு பற்றிய விளக்கங்கள் பட்டியல் (5) இல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல்-5

லேசர் அணுக்கருப் பிணைப்பு நிலையங்கள்

பெயர்	இடம்	ஆற்றல் அலை (K.J)	உயர் ஆற்றல்	கிட்டிய நெருக்கம் (× நீர்ம அடர்த்தி)
ஜிட்டா	ரோசெஸ்டர் பல்கலைக் கழகம்	1.2	3·4	7-20
குரோம்-I	KMS அணுக்கரு ஆஸ்	1.0	2	7-35
ஹிலியோ	லாஸ் அலமோஸ்	5-10	10-20	8-30
ஷிவா	லாரன்ஸ் லிவர்மூர் ஆய்வுக்கூடம்	10	26	30-160

அணுக்கருப் பிணைப்பு ஆற்றல் உலை:

காந்தச் சிறை வகை: படம் (21,22) இதை விளக்கும். உலைமையத்தில் சன அய்ட்ரஜன் (Deuterium),டிரிடியம் அணுக்கருக்கள் இணைப்பின் விளைவாக ஆற்றல் பெற்ற நியூட்ரான்களாய் வெளிவரும். அவை வளைய அறையைச் சுற்றியுள்ள லிதியம் உருகிய உலோகத்தையோ உப்பையோ தாக்க வரும் போது ட்ரிடியம் மீண்டும் உலைக்குச் செல்லும். நியூட்ரான்கள் தாக்கலால் லிதியம் வெப்பநிலை உயர்ந்து 1100°C அடைகின்றது. லிதியம் தாங்கும் வெப்பம் பொட்டாசிய உலோகத்திற்குப் பாயும். கொதிக்கும் பொட்டாசிய ஆவி நீராவியைத் தோற்றுவித்து மின் சுழலியை இயக்கும். ஹீலிய வளிமத்தையும் பொட்டாசியத்திற்குப் பதிலாக வெப்பமாற்றியாகப் பயன் படுத்தலாம். ஹீலியம்³ மின் நிறை தாங்கிய துகள்கள் விளைபொருளாக வரும் அணு வினைகளைப் பயன் படுத்தினால் அவற்றிலிருந்து நேராக மின்சாரம் பெறலாம். இது படம் (23) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. லேசர் முறையில் அமைக்கப்படும் அணு உலையின் பின்னணியும் இதுவேதான். கன அய்ட்ரஜன் ட்ரிடியம் திண்ம வடிவ மாதிரியாக உலையில் செலுத்தப்பட்டு உலை மையத்தில் அசுர ஆற்றல் வாய்ந்த லேசர் கதிர்களால் தாக்கப்படலாம். ஒரு நொடியின் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கில் வெப்பமேற்றப்பட்டு, மிக அதிக அடர்த்தி எய்தி அணுப்பிணைப்பு நிகழ்கின்றது. முன்பு கூறிய டோக்கோமாக் உலைகள்போல் நியூட்ரான்கள் பெரும் பாலான ஆற்றலை ஏற்றிச் சென்று லிதியத்தில் இழக்கின்றன. லிதியம் வெப்பமாற்றியில் நீராவியைப் பொட்டாசியம், சோடியம் அல்லது ஹீலியம் வாயிலாகத் தோற்றுவித்து மின் சுழலியை இயக்கலாம். விவரங்களை (24,25) படங்களில் காண்க.

உலகில் அணுப்பிணைப்பு ஆய்வு நிகழ்ந்த, நிகழும் இடங்கள்

அமெரிக்கா:

உயர் பீட்டா பிடிப்பு: லாஸ் ஆலமேபஸ் அறிவியல் ஆய்வுக்கூடம்.

டோக்கோமாக்: பிர்ஸிஸ்டாஸ் பிளாஸ்மா இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடம், மெஸஸிஸ்ட் நுண்கலைக் கழகம், டெக்ஸாஸ் பல்கலைக் கழகம், கல்ப் ஜெனரல் அடாமிக்.

காந்தக் கண்ணாடி அமைப்பு: லாரன் லிவர்மூர் ஆய்வுக் கூடம், ஒக்ரிட்ஜ் தேசிய ஆய்வுக்கூடம், இணைந்த விமான ஆய்வுக்கூடம்.

உள் வளையக் கருவிகள் :

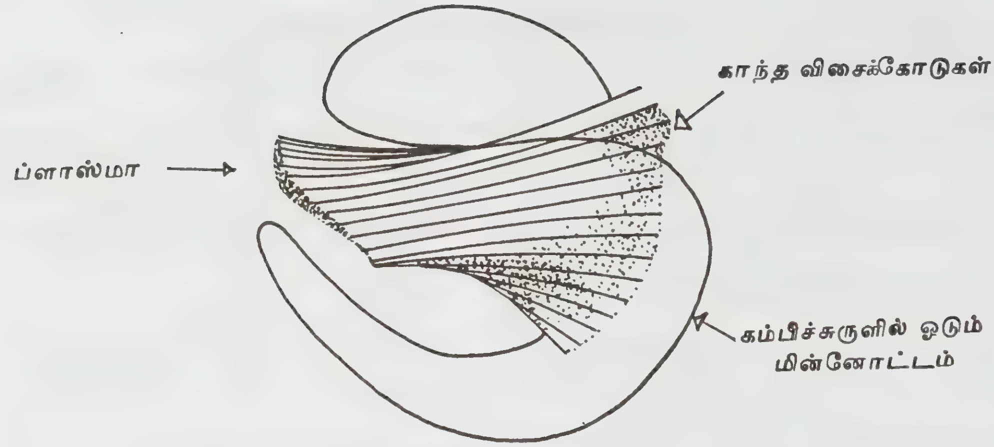
பர்ஸடைஸ் பிளாஸ்மா இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடம், பிஸ்ஸகான்ஸிஸ் பல்கலைக் கழகம், கல்ப் ஜெனரல் அடாமிக்.

லேசர் :

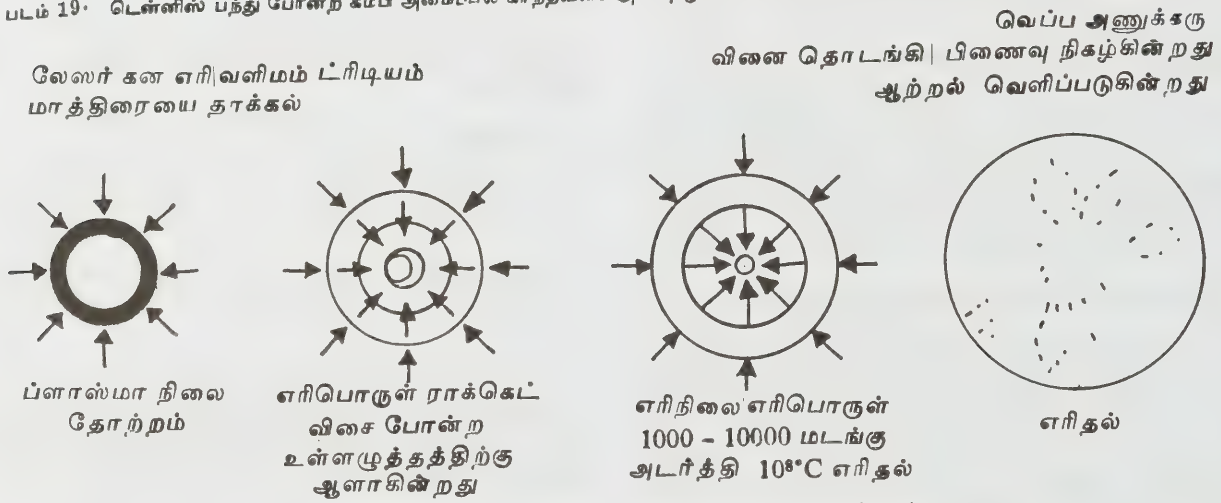
லாரன்ஸ் லிவர்மோர் ஆய்வுக்கூடம், லாஸ் ஆலமாஸ் அறிவியல் ஆய்வுக்கூடம், ஸான்டிய ஆய்வுக்கூடம், கடற்படை ஆய்வுக்கூடம், ரோஸஸ்டர் பல்கலைக் கழகம்,இணைந்த விமான ஆய்வுக் கூடம், கே.எம்.எஸ். இணைப்புக் கம்பெனி.

அணுக்கருப்பிணைப்பு ஆய்வில் ஈடுபட்டுள்ள மற்ற நாடுகள்

பிடிப்பு முறை: இங்கிலாந்து, ஒன்றிய சோவியத் நாடு, ஜெர்மனி, ஹாலந்து



படம் 19. டென்னிஸ் பந்து போன்ற கம்பி அமைப்பில் காந்தவிசை அமைத்துப் பிளாஸ்மாவைக் காந்தக் கண்ணாடி முறையில் அடைத்தல்.



படம் 20. லேஸர் முறையில் அணுக்கருப் பிணைப்புத் தத்துவம்

ஸ்டெல்லரேட்டர் : இங்கிலாந்து, ஒன்றிய சோவியத் நாடு, மேற்கு ஜெர்மனி, ஜப்பான்.

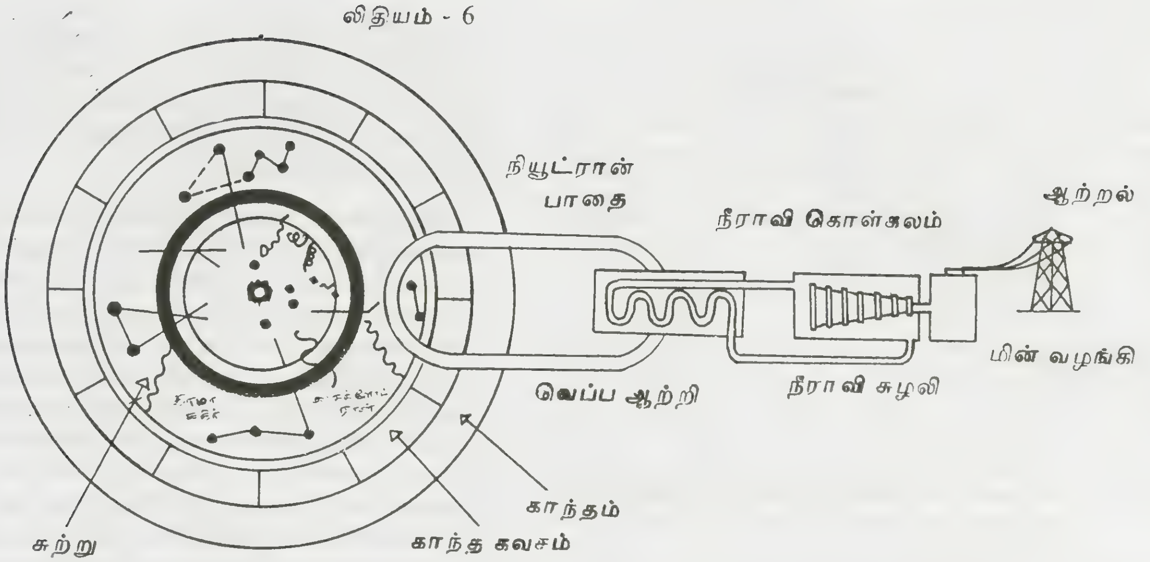
டோக்கோமாக் : ஒன்றிய சோவியத் நாடு, மேற்கு ஜெர்மனி, பிரான்சு, இத்தாலி, ஜப்பான்.

காந்தக் கண்ணாடி முறை : இங்கிலாந்து, ஒன்றிய சோவியத் நாடு, பிரான்சு,

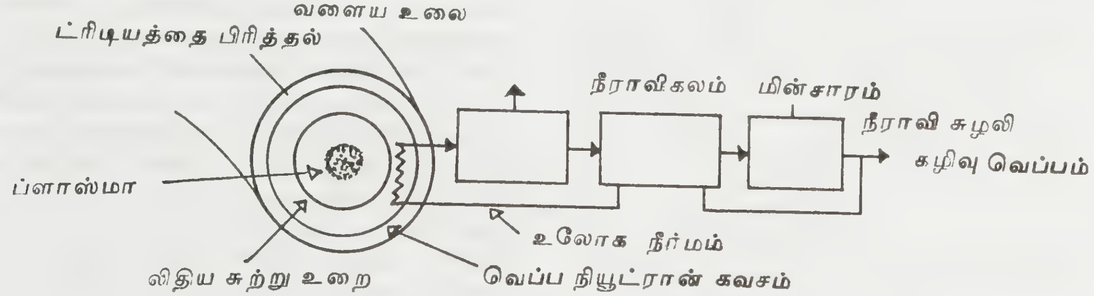
லேசர் பிணைப்பு : ஒன்றிய சோவியத் நாடு, பிரான்சு, இத்தாலி, ஜெர்மனி, ஜப்பான், இஸ்ரேல்.

அணுக்கருப்பிணைப்பு ஆய்வில் முன்னேற்றம்

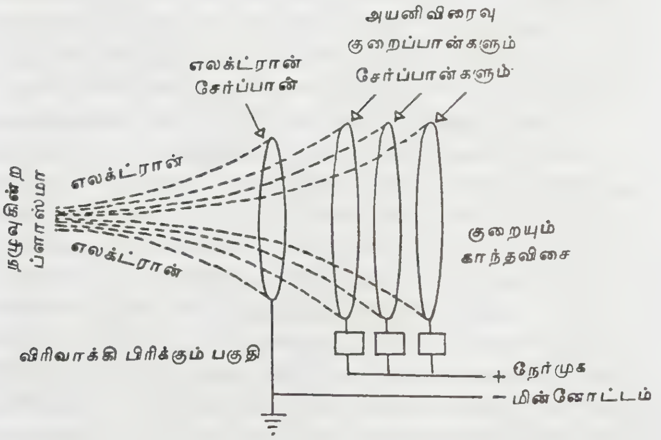
அண்மையில் இத்துறையில் வேகமான முன்னேற்றம் காணப்படுகின்றது. இப்பொழுது கட்டப்பட்டு இயங்கி வரும் பெரிய டோக்கோமாக்களில் கட்டுப்பாடான அணுக்கருப் பிணைப்பு நடத்தப்படுவதோடு, அணுக் கருப் பிணைப்பு உலைக்கு வேண்டிய நிலையை அவை நெருங்கி வருகின்றன. முதன் முதலில் கட்டப்பட்ட டோக்கோமாக்கள் 1960 பிளாஸ்மாவைக் கட்டுப்பா டான நிலையில் இயக்க முடியும் என நிறுவின. ஆனால் அவற்றில் பிளாஸ்மாவின் வெப்பநிலையும் குறைவு, ஆயுளும் குறைவு. அடுத்துத் தோன்றிய கருவிகளில் பிளாஸ்மாவின் வெப்பநிலையும் ஆயுள் காலமும் உயர்த்தப்பட்டன. நடுநிலை அணுக்களைப் பயன் படுத்தி வெப்பமேற்று முறை உயர் வெப்பநிலையை அடைய வழி செய்தன. ப்ரின்ஸ்டனில் (அமெரிக்கா) பிரின்ஸ்டன் டோக்கோமாக் 1978இல் 80 மில்லியன்°C வெப்பநிலையை நிறுவிக் காட்டியது. இன்று உலகில் நான்கு பெரிய டோக்கோமாக்குகள் இயங்கி அல்லது இயங்கும் நிலையை நெருங்கி வந்துகொண்டிருக்கின்



படம் 21. அணுக்கருப் பிணைப்பு உலை மையத்தில் நடக்கின்றது. கன அய்ட்ராஜனும் ட்ரிடியமும் பிளாஸ்மா நிலையில் வினையாற்றும் லிதியம் ட்ரிடியத்தைத் தருகின்றது. வெப்ப ஆற்றலை நியூட்ரான் மூலம் லிதியம் ஏற்று வெப்ப ஆற்றல் நீராவியைத் தோற்றுவிக்கும் அணுக்கருப் பிணைப்பு உலை.



படம் 22. அணுக்கருப் பிணைப்பு உலை-திட்டப்படம்

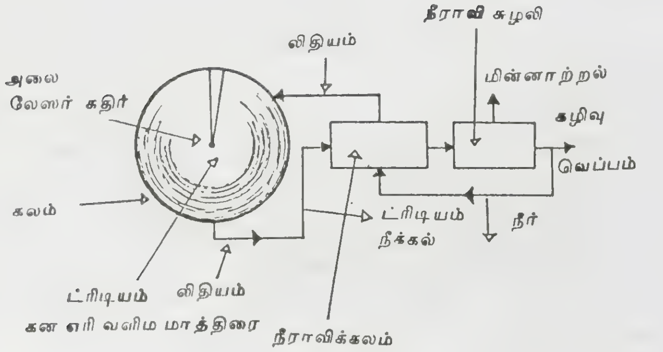


படம் 23. அணுக்கருப் பிணைப்பில் வரும் மின் செறிவுற்ற துகள்களிலிருந்து நேராக மின்னாற்றல் பெறும் திட்டம்.

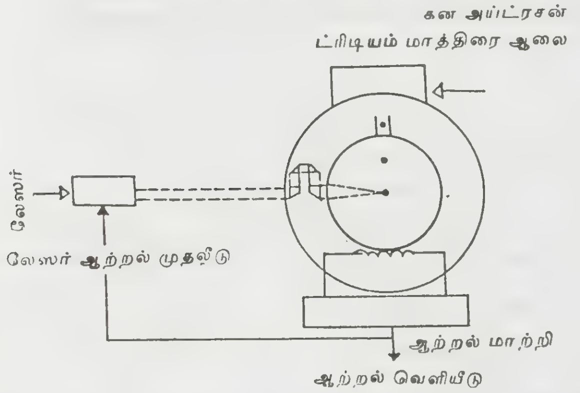
றன. அவை அமெரிக்காவில் நிறுவப்படும் டோக்கோமாக் அணுக்கருப்பிணைப்பு சோதனை உலை TFTR டோக்கோமாக்-15, ஒன்றிய சோவியத் நாடு, ஜப்பான், டோக்கோமாக்-60 (JT60) ஐரோப்பிய கூட்டு டோக்கோமாக் TET, இங்கிலாந்து TFTR 1982 இல் இயங்கியது. இங்கிலாந்து கல்ஹாம் ஆய்வுக் கூடத்தில் நிறுவப்பட்ட JET சென்ற ஆண்டு இயங்கத் தொடங்கியது. TFTRJET களில் கன எரிவாயு, ட்ரிடியம் பிளாஸ்மாவைக் கொண்டு நடக்கும் JT 60. T-15 இல் அய்ட்ரஜனின் பிளாஸ்மாவைக் கொண்டுசோதனைகள் இயங்கும்.

ஆய்வு அணுக்கருப்பிணைப்பு உலைகள் கட்டப்படும் முன், அடுத்த வகை அரக்க வடிவ டோக்கோமாக்குகள் கட்டப்பட்டுப் பொறியியல் துறையில் சிக்கல்களைத் தீர்வு காண உதவும். ஐரோப்பா, அமெரிக்கா, சோவியத் நாடு, ஜப்பான் நாடுகள் இதுபற்றிக் கூட்டு ஆய்வு நடத்திப் பொதுவாகத் திட்டம் உருவாக்கத் தீர்மானித்துள்ளன. இதன் விளைவாக ஓர் அகில உலக டோக்கோமாக் திட்டமும் (INTOA), அடுத்த ஐரோப்பிய டோக்கோமாக் திட்டமும் (NET) உருவாகி வருகின்றன.

கடந்த ஆண்டு நடந்த அகில உலக அணு ஆற்றல் கழக (AAEA) மாநாட்டில் கலந்துகொண்ட அறி



படம் 24. கன அய்ட்ரஜன் ட்ரிடியம் மாத்திரைகளில் லேஸர் மூலமாக அணுக்கருப்பிணைப்பைத் தோற்றுவித்து இயங்கும் திட்டமிடப்பட்ட அணு உலை.



படம் 25

வியலறிஞர்கள் அண்மையில் இயக்கப்பட்ட TFTR, JET போன்ற கருவிகள் எதிர்பார்த்த முடிவுகளைவிட அதிக அளவு நம்பிக்கையை ஊட்டியுள்ளன எனவும், அணுக்கருப்பிணைப்புஉலைகள்இயங்கக் குறைந்தது 30 ஆண்டுகளாவது ஆகும் எனவும் கருத்துத் தெரிவித்தனர்.

க. இரா. பா.

நூலோதி

1. **Samuel Glasston**, '*Nuclear Fusion*' USAEC Publication.
2. **Ronald A Knief** '*Nuclear Energy Technology*', Mc Graw-Hill Book Co; New york, 1981.

அணுக்கருப் பிளப்பு

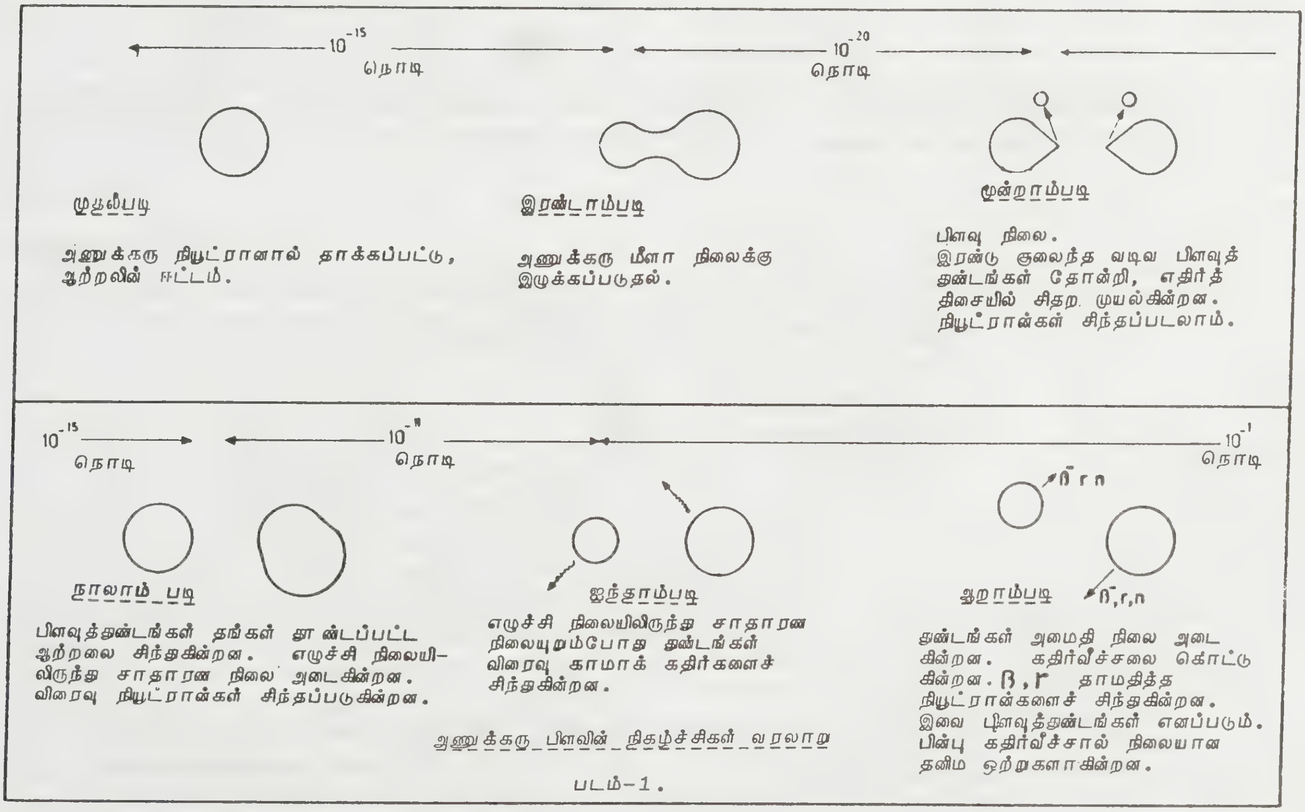
ஓர் அணுக்கரு ஏறக்குறைய சமமாக இரண்டு அணுக் கருக்களாகப் பிளவுறும் மிகவும் சிக்கலான அணுக் கருவியல் வினையையே அணுக்கருப்பிளப்பு என்பர். இது பெரும்பாலும் கனமான அணுக்கருவில்தான் நிகழக் கூடும். இந்நிகழ்ச்சியில் பேராற்றல் வெளிப்படுகின்றது. இது தானே நிகழ்ந்தால், 'தானே இயங்கும் அணுப்பிளப்பு' என்பர். நியூட்ரான் அல்லது மின்னூட்டம் கொண்ட துகள்களால் இவ் வினை நிகழ்விக்கப்படுமாயின் இதனைத் 'தோற்றுவித்த அணுக்கருட்பிளப்பு' என்பர்.

அணுவைப்பற்றி நம் பண்டைய தத்துவ மேதைகளும், இலக்கியங்களும், கிரேக்க தத்துவ மேதைகளும் கூறியிருந்தாலும், அறிவியல் வடிவாக உலகிற்கு இதைச் சொன்ன பெருமை 19ஆம் நூற்றாண்டின் முதல் பகுதியில் வாழ்ந்த டால்டன் என்ற ஆங்கில அறிஞரையே சாரும். 1810ஆம் ஆண்டில் அவர் வெளியிட்ட டால்டனின் கொள்கைகள் அணுவைத் தனிமத்தின் அடிப்படைத் துகள்களாகக் காட்டின. அவரும் அணு பிளவுபடும் தன்மையது என்று கருதவில்லை. 1896ஆம் ஆண்டிலே பிரான்சு நாட்டைச் சேர்ந்த புகழ்பெற்ற ஹென்றி பெக்கரல், யுரேனியத்தைச் சார்ந்த உப்புகள் ஆற்றல் வாய்ந்த கதிரியக்கம் உடையனவாக இருக்கக் கண்டார். ஆங்கில அறிவியலார் எர்னஸ்ட் ரூதர் போர்ட் கதிரியக்கத்தில் ஆற்றல் வாய்ந்த அடிப்படைத் துகள்கள் கலந்திருப்பதை உணர்ந்தார். ஆழ்ந்த தீவிர ஆய்வினால், ஆல்பா துகளையும் (ஹீலிய அணுவின் கரு), பீட்டா துகளையும் கண்டு பிடித்தார். பின்பு 1911 இல் அணுக்கருவைப் பற்றிய தத்துவத்தை வெளியிட்டார். கிட்டத்தட்ட 1914ஆம் ஆண்டிலே அறிவியலறிஞர்கள் ஆல்பாத் துகள்களைக் கொண்டு, கனமிலாத் தனிமங்களைத் தாக்கிப் பிளக்க முயன்றனர். 1919இல் ரூதர்போர்ட் நைட்ரஜன், இம்முறையால் ஆக்சிஜனாக மாறுவதைக் கண்டார். இதுவே ஒரு தனிமம் மற்றொரு தனிமமாய்ச் செயற்கையில் மாற்றப்படும் செயற்கைத் தனிம மாற்றத்தின் தொடக்கமாகும். இந்தச் செயலால் ரூதர்போர்ட் ஓர் அணுக்கருவின் அமைப்பு மாற்றப்படலாம் என்ற எண்ணத்தைத் தோற்றுவித்தார். அவர் அணுப்பிளப்பை வெற்றிகரமாகச் செய்து காட்டாவிட்டாலும், இந்தக் கருத்து மெல்ல மெல்ல அணுப்பிளப்பிற்கு வழிகோலியது. 1932ஆம் ஆண்டு ஆங்கில இயற்பியல் அறிஞரான சாட்விக், நியூட்ரான் என்ற மின்னூட்டம் இல்லாத துகளைக் கண்டார். நியூட்ரான் கண்டுபிடிப்பால் அணுவின் வடிவமைப்பைப் பற்றி, ரூதர்போர்டும், நீல்ஸ்போர் அவர்களும் கூறிய கருத்துகள் நிலையான உருப்பெறலாயின. இத்தாலிய அறிவியறிஞரான என்ரிகோ பெர்மி என்பவர், இந்த மின்னேற்றமில்லாத நியூட்ரானைக்கொண்டு தனிமங்களைத்தாக்கிச் செயற்கைத் தனிமங்களாக மாற்றும் ஆய்வை மேற்கொண்டார். முறையாகத் தன் ஆய்வை அய்ட்ரஜன் போன்ற கனமிலா அணுக்களிலிருந்து தொடங்கினார். அவ்வாறு செய்கையில் ப்ளூரின் தனிமத்தைத் தாண்டியவுடன் செயற்கை தனிமம் உண்டாவதும், அது பெரும்பாலும் தாக்கப்பட்ட தனிமத்திற்கு அடுத்த தனிமமாக இருப்பதையும் கண்டார். யுரேனியம்-238 நியூட்ரானால் தாக்கப்பட்டபோது உண்டான கதிரியக்கம் முன்னைய ஆய்வில் கண்டவை போலல்லாமல், மாறு

பட்டு இருப்பதைக் கண்ட அவர் குழப்பத்திற்குள்ளானார். அக்காலத்தே யுரேனியத்தைவிட உயர்ந்த அணு எண் உள்ள (யுரேனியம் அணு எண் 92) தனிமம் ஏதும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. அவர்தாம் முதன் முதலாக அணுஎண் 93 கொண்ட தனிமத்தைக் கண்டுவிட்டதாக எண்ணினார். என்றாலும் தீர்மானமாகக் கூற, வேதியியல் சான்று அவருக்கு ஏதுமில்லை. இச்செய்தி பத்திரிசைகளில் பரபரப்பை ஊட்டியது. அறிவியல் உலகில் வாத, எதிர்வாத அலைகள் வீசலாயின. பெர்மி இத்தாலிய அரசிற்கு 93 அணுஎண் கொண்ட தனிமத்தைப் பரிசாகக் கொடுக்கப்போவதாசப் பேசும் அளவிற்கு இச்செய்தி பரவாலாயிற்று. பெர்லின் கெய்சர் வில்ஹெல்ம் மையத்தின் பணியாற்றி வந்த ஆட்டோ ஹான், லைட்ஸ் மைட்னர், ஸ்ட்ராஸ்மென் என்பவரும் வேதியியல் துறையிலே பணிபுரிந்து வந்தனர். அவர்கள் ப்ரோடாக்டீனியம் (Protactinium) என்ற அணுஎண் 91 உள்ள தனிமத்தைப் பிரித்தெடுப்பதில் தேர்ந்தவர்கள். பெர்மி, யுரேனியத்தை நியூட்ரானால் தாக்கிக் கண்ட தனிமம் அணுஎண் 91 உள்ள தனிமமாக இருக்குமோ என்ற ஐயத்தை நீக்க, பெர்மியின் ஆய்வையும், ஐரின், ஜீலியோ பாரிசிஸில் தோரியத்தோடு செய்த ஆய்வுகளையும் திரும்பவும் செய்தனர். பெர்மியின் ஆய்வில் வந்த தனிமம், அணுஎண் 91 உள்ள ப்ரோடாக்டீனியம் அன்று என்று கண்டனர். அந்த விளை பொருள்களை அலசி ஆராயும்போது, அவர்கள் கண்ட தனிமம் அணுஎண் 56 உள்ள பேரியம் என்று கண்டனர். பின்பு அணுஎண் 36 கொண்ட தனிமமும் இருப்பதைக் கண்டறிந்து இந்த உண்மையை ஐயத்தோடு வெளியிட்டனர்; அவர்களை விட்டுப் பிரிந்து ஸ்வீடனிலிருந்த லைட்ஸ் மைட்னருக்கு மடல் மூலம் விளக்கமாக எழுதினர். லைட்ஸ் மைட்னரும், அவர் உறவினர் ஆட்டோ ப்ரீஷும் பின்னர் அந்த உண்மையை அறிவியலறிஞர் நீல்ஸ்போரிடம் சொல்லிப் பின்னர் அவரைக் கலந்து எண்ணிச் செய்த ஆய்வுகள் வழி, ஹானின் கண்டுபிடிப்பை வெளியுலகிற்கு விளக்கினார். இப்படி 1934ஆம் ஆண்டிலேயே பெர்மியால் நிகழ்த்திக் காட்டப்பட்ட அணுப்பிளப்பு, 1938ஆம் ஆண்டிலே நன்றாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அணுப் பிளப்பு கற்பனையன்று, அதை நிகழ்த்திக் காட்ட இயலும் என்ற உண்மையை உலகம் அறியத் தொடங்கியது. என்ரிகோ பெர்மி தொடர்வினையை 1942-இல் செய்து காட்டினார்.

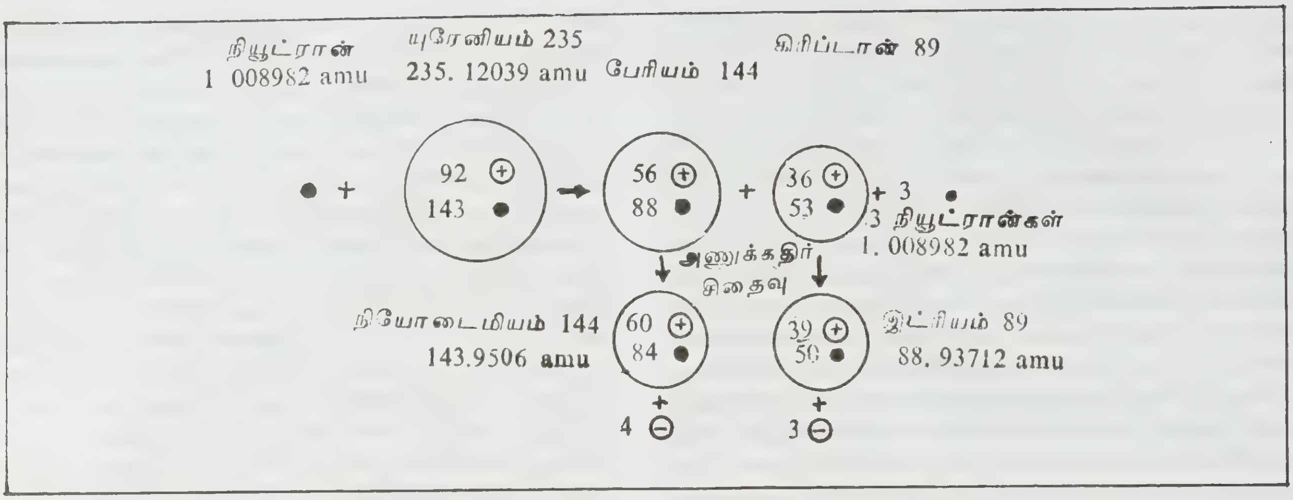
அணுக்கருப் பிளப்பும், அதன் படிகளும்:

அணுக்கரு சிதைவுறுமுன் அதன் நிலையிலேயுறும் மாறுதல்கள் (1) படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. நியூட்ரான் அல்லது மற்ற துகள்களால் கரு தாக்கப்பட்டு, ஆற்றல் அதிகம் பெற்று, எழுச்சிநிலையை அடைந்திருக்கும். நிலை(1), நியூட்ரான் சேர்க்கையால் கூடிய மிகையான ஆற்றல் அதன் வடிவத்தை வேகமாகக் குலைக்கின்றது. பல மாறுதல் நிலைகளுக்குப்பின் அதன் வடிவம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள இழுக்கப்

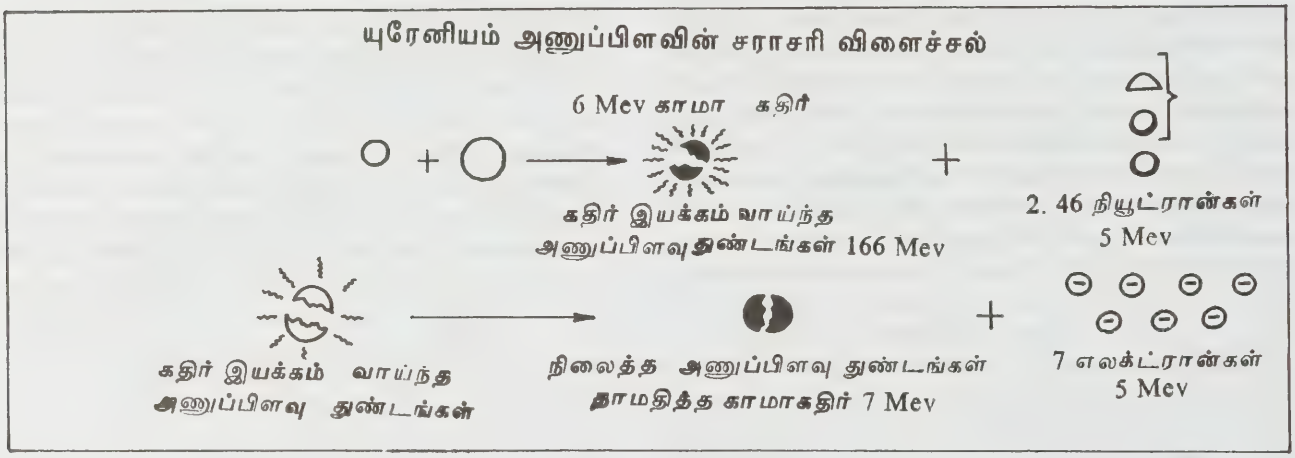


அணுக்கரு பிளவின் நிகழ்ச்சிகள் வரலாறு

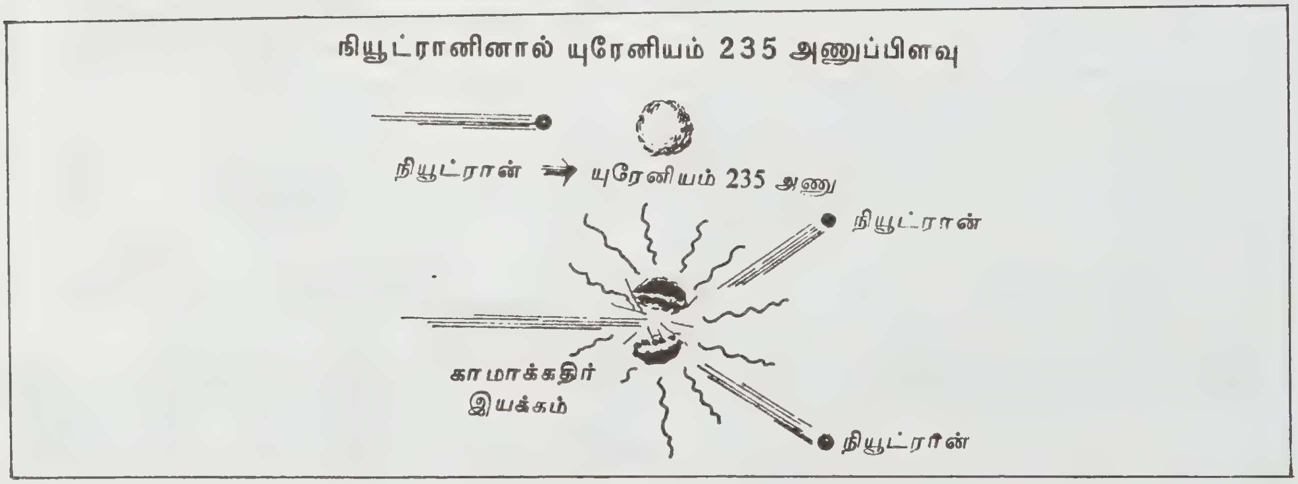
படம்-1.



படம் 2



படம் 3



படம் 4

பட்ட நிலையை அடைகின்றது. (நிலை-2). இது அணுப்பிளப்பிலே, முக்கியமான இழுக்கப்பட்ட நிலையாகும். இதனை இருக்கைப்புள்ளி (Saddle point) என்பர். இந்நிலையிலே கருவிலுள்ள பலவகையான விசைகள் சமநிலையிலே உள்ளன. இந்நிலையில் கரு சற்று சுருங்கினால் அது பழைய நிலையுற வாய்ப்புகள் உண்டு. மிகையான ஆற்றலை காமா கதிராக வெளியிட்டு இயல்பான நிலை எய்தக்கூடும். ஆனால் மாறாக மேலும் சற்று நீட்சிக்குள்ளானாலும், திரும்பி வராத நிலை எய்திப் பிளப்பு தொடங்குகின்றது.

இந்தத் தொடக்கநிலையைப் பிளவுப் புள்ளியால் விளக்குவர். நிலை-3. அணுக்கரு இரண்டு துண்டங்களாகப் பிளக்கின்றது. இந்நிலையில் பல நியூட்ரான்களையும் அது சிந்தக்கூடும். பிளவுத்துண்டங்கள் ஒரே தன்மையான நேர்மின் விசையிலிருப்பதால், அவை ஒன்றையொன்று விலக்கத் தொலைவாக எதிரெதிர்த் திசையில் சிதறுகின்றன. இது ஒரே தன்மையான காந்த முனைகளின் செய்கையை நினைவுபடுத்துகின்றது. இவை வேக ஆற்றலோடு, தூண்டப்பட்ட மிகையான ஆற்றலும் படைத்துள்ளன. எனவே, வேக நியூட்ரானை வெளிவிடுவதாலோ காமா கதிர்களை வெளிவிடுவதாலோ அவை இயல்பான நிலையை அடைகின்றன. நியூட்ரானால் தாக்கப்பட்ட 10^{-11} நொடிக்குள் இந்நிகழ்ச்சி நடைபெற்று, துண்டங்கள் கதிரியக்கமுடைய தனிமங்களாக, அல்லது ஓரிடத் தனிமங்களாக மாறுகின்றன. இவை காமா - கதிர்களையோ, பீட்டா - கதிர்களையோ வெளியிட்டு நிலையான ஓரிடத்தனிமங்களாக மாறுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி சில நொடிகளிலிருந்து பல ஆண்டுகள் வரை ஆகலாம். யுரேனியம்-235 பிளவின் விளைவுகள் படம் 2,4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

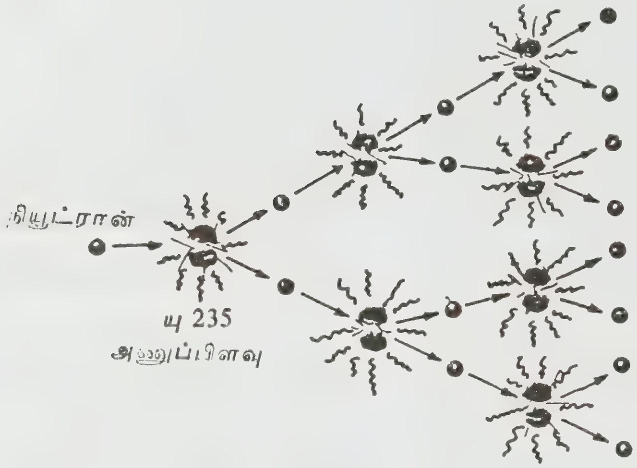
அணுக்கருப் பிளப்பின் பயன்கள்:

ஒரு யுரேனிய-235, அணு பிளவுபடும்போது ஏறக்குறைய 200 மில்லியன் எ.வோ. ஆற்றல் வெளிப்படும். மேலும் அணுக்கரு தொடர்வினையைக் கொண்டு குறுகிய காலத்திற்குள் பல பிளவு நிகழ்ச்சிகளைத் தோற்றுவிக்கமுடியுமானால், ஆற்றல் அளவு கடந்து வெளியிடப்பட்டு அழிக்கவல்ல அசுர வடிவம் அடையும். இம்முறையில் அணுக்கருப்பிளப்பு அணுகுண்டாகப் போர்க்களத்தில் பயன்படுகின்றது. முதன்முதலாக ஹிரோஷிமா, நாகசாகி என்ற இடங்களில் இவை பயன்படுத்தப்பட்டு அளவிலா அழிவைத் தோற்றுவித்ததை நாம் அறிவோம். இருப்பினும் இன்று அணுப்பிளப்பு ஆக்க வழியாக அணு உலைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு, மனித உலகிற்கு நல்ல நண்பனாகப் பணியாற்றி வருகின்றது. அணு உலைகள் ஆற்றலைத் தோற்றுவிக்கவும், வேளாண்மை, மருந்து, தொழில் துறைகளில் பயன்படுத்தப்படும் ஓரிடத்தனிமங்களை உண்டாக்கவும், அறிவியல், வானவெளி ஆய்வுகளிலும் பயன்படுகின்றன. ஒரு கிராம் யுரேனியம்-235 பிளவுபடும்போது உண்டாகும் ஆற்றல் 2.3 டன் நிலக்கரி எரியும்போது தோன்றும் ஆற்றலுக்குச் சமம். இத்தகைய ஆற்றல் அடர்த்தி அணுவியல் எரிபொருளில் உள்ளதால் அணுஉலைகள் ஆற்றல் பற்றாக்குறையைத் தீர்க்க, வருங்கால அழியாச் செல்வங்களாகும். அணு உலையைக் கொண்டு இயங்கும் நீர்மூழ்கிகள் இந்த ஆற்றல் அடர்த்தியால் நீண்ட நேரம் நீர் மட்டத்திற்கு வெளியே வராது உள்ளே இருக்கலாம். அணுகுண்டுகளைப் பயன்படுத்தி மலைகளை உடைக்கவும், கால்வாய்கள் தோண்டவும், பாலைகளைப் பூங்காக்களாக மாற்றவும் ஆய்வுகள் நடந்து வருகின்றன.

அணுக்கருப் பிளப்பும், தொடர்வினையும்:

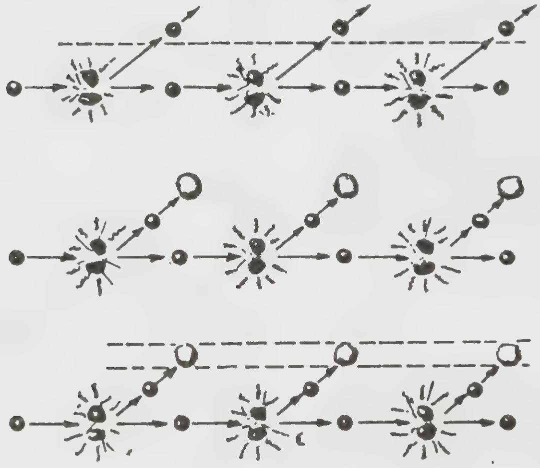
கனமான தனிமங்களில் புரோட்டான் எனும் நேர் மின்னூட்டம் கொண்ட கருத்துகள்களின் எண்ணிக்கை அதிகம். யுரேனியக் கருவில் 92 புரோட்டான்கள் உண்டு. எனவே, கருவை ஊடுருவ, மின்திறன் அற்ற துகள்கள் சிறந்தன. ஒரு நியூட்ரான் ஒரு யுரேனியக் கருவைப் பிளக்க 0.1 எ.வோ. ஆற்றலே போதும். ஆனால் 2 புரோட்டான்கள் அதே கருவை ஊடுருவ வேண்டுமாயின் அதன் ஆற்றல் 13×10^6 எ.வோ. தேவை. ஒரு யுரேனியம்-235 கரு பிளவுபடும்போது சுமார் 2.5 நியூட்ரான்கள் உமிழப்படும் எனக் கண்டோம். இவை அருகேயுள்ள ஒரு யுரேனியக் கருவைத் தாக்கிப் பிளந்தால் 2.5^2 அல்லது 6.25 பிளப்புகளை உண்டாக்கும். அவை அவற்றிலிருந்து வரும் நியூட்ரான் 2.5^3 அல்லது 15.63 பிளவுகளை உண்டாக்கும். இவ்வினை நடக்கத் தேவையான காலமோ 10^{-15} நொடிகள்தாம். இப்படி ஓர் அணுக்கருப் பிளப்பிலிருந்துவரும் நியூட்ரான்களையெல்லாம் மீண்டும்பிளப்பைத் தோற்றுவிக்கப் பயன்படுத்தும் சூழ்நிலையை உண்டாக்கினால், பிளப்பு நிகழும் வேகம் வலுவடைந்து, ஆற்றல் அளவு கடந்து பெருகி வெடிக்கும் உயர் நிலையை அடையும். ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் நிகழும் பிளப்புகளின் எண்ணிக்கைக்கும் அதைத்தொடர்ந்து உடனே நிகழும் தொடர்வினை தரும் பிளப்புகளுக்கும் உள்ள விகித்தைப் பெருக்கல் காரணி என்பர். பெருக்கல் காரணி ஒன்றுக்குமேல் இருந்தால் தொடர்வினை தொடரும். ஒன்றுக்குக் கீழ் இருந்தால் தொடர்வினை குன்றும், அணுஉலையில் ஓர் அணுப்பிளப்பில் சுமார் 2.5 நியூட்ரான்கள் தோன்றுகின்றன. எனவே குறைந்தது 1 நியூட்ரானாவது தொடர்வினைக்குக் கிடைப்பது எளிது என்று எண்ணுதல் தவறாகாது. நியூட்ரான் சுற்றியுள்ள பொருள்களால் ஈர்க்கப்பட்டு மீண்டும் பிளவைத் தோற்றுவிக்க இயலாது மறைய மிகுதியான வாய்ப்புகள் உள்ளன. இயற்கை யுரேனியத்தில் பெருமளவாக உள்ள யுரேனியம்-238, அவற்றைப் பற்றுகை வினையால் (Capture reaction) ஈர்த்து உட்கொள்கின்றன. இதனால் குண்டுகள் தயாரிக்க இயற்கை யுரேனியம் பயன்படாத நிலை ஏற்படுகின்றது. போரான் தனிமம், நியூட்ரானின் வேகம் குறைந்த நிலையிலே அவற்றை உட்கொண்டு அழிக்கின்றது. இந்த நியூட்ரான்

அணுப்பிளவுத் தொடர்வினை



படம் 5

நிலைத்த அணுப்பிளவுத் தொடர்வினை



படம் 6

எண்ணிக்கையைக் கட்டுப்படுத்தவல்ல பண்பு அணு உலைகளைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்கப் பயன்படுகின்றது. போரான் தனிமத்தைக் கொண்ட கட்டுப்பாட்டுக் குழல்கள், உலைகளைக் காக்கவும், கட்டுப்படுத்தவும் பயன்படுகின்றன. இதுவன்றி நியூட்ரான்கள் பிளவுபடும் தன்மையுள்ள கருக்களைச் சென்று மோதாமல் நழுவி மறையலாம். இவ்வாறு பிளப்பு வினை நிகழ ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவு பிளவுபடும் பொருள் இருந்தால் தான் தொடர்வினை நடைபெறும். இந்தக் குறைந்த நிறையை மாறுநிலை நிறை (Critical mass) என்பர். இந்த நிறை பிளவுபடும் தனிமத்தின் பண்புகள் இருக்கும் நிலை, தாக்கும் நியூட்ரானின் வேகம், செயல்படும் சூழ்நிலைகள், வடிவ அமைப்பு இவற்றைப் பொறுத்த தாகும். படம்-5 தொடர்வினைக் கொள்கையையும் படம்-6 தொடர்வினை நிலை பெறுவதையும் விளக்குகின்றன.

அணுக்கருப் பிளப்பிற்கு ஏற்ற சூழ்நிலைகள்:

நியூட்ரானின் மின்திறமில்லாத் தன்மை அதற்கு அணுக்கருவைத் தாக்கத்தக்க கணையாகும் தகுதியைத் தருகின்றது எனக் கண்டோம். மேலும், அதன் வேகம்

தடைப்பட்டு விரைவு குறையுமாயின் தாக்குதலின் வாய்ப்பு பெருகுகின்றது. நீர், கிராபைட் வடிவிலே கரி, பெரிலியம் போன்ற கனமில்லாத தனிமங்கள் நியூட்ரானுடன் மோதும்போது, மோதுவினையில் அவற்றின் ஆற்றலைப் பகிர்ந்து வேகத்தைக் குறைக்கும் திறம் வாய்ந்தன எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுத் தணிப்பான்கள் (Moderators) என்ற பெயரில் பயன்படுகின்றன. இதனால் பிளவுபடும் தன்மையுள்ள யுரேனியத்தை மிகக் குறைவாகக் (0.7%) கொண்டுள்ள இயற்கை யுரேனியத்தைக் கூட எரிபொருளாகப் பயன்படுத்த இயலுகின்றது.

பிணைக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டு கணக்கிடும்போது, அணுஎடை 70க்கு மேற்பட்ட அணுக்கருக்களில் பிளப்பு வினை நிகழ இயலும் எனினும், நியூட்ரான் அன்றி மின்னூட்டம் கொண்ட ஆல்பா-துகள், புரோட்டான் போன்றவை ஆற்றலூட்டப்பட்டுத் தாக்கும் கணைகளாகப் பயன்படுத்தப்படலாம் என்றாலும், பிளவுறும் வாய்ப்புக் கூற்றைக்கொண்டு வழக்கில், யுரேனியம்-235, யுரேனியம்-233, புளூட்டோனியம்-239 இவற்றையே பொதுவாகப் பிளவுறும் தனிமங்கள் என்பர். தனிமங்களின் பிளவுறும் தன்மை அதன் வாய்ப்புக் கூற்றின் அளவால் கணக்கிடும் முறை கடைப்பிடிக்கப் பட்டுவருகின்றது. இந்த அளவு மதிப்பிடப்பட்டு, வினைபடும் கருவின் கற்பனைப் பரப்பாகக் கற்பிக்கப் பட்டுக் குறுக்குவெட்டு என்ற அளவால் வரையறுக்கப் படுகின்றது. இது நியூட்ரான் குறிப்பிட்ட அணுக் கருவை எண்ணி, அதன் குறிப்பிட்ட பரப்பில் வினை நிகழ்வதாகக் கற்பனை செய்யப்படும் புனைவு. இந்தப் பரப்பிற்கும், அணுக்கருவின் உண்மையான வடிவப் பரப்பிற்கும் யாதொரு உறவுமில்லை. இந்தக் குறுக்கு வெட்டு, பார்ன் (Barn) என்ற அளவைமுறையால் அழைக்கப்படும். 1 பார்ன் 10^{-28} சதுரமீட்டர் ஆகும். பட்டியல் (1) அணுக்கருவியல் எரிபொருளாகப் பொது வாகப் பயன்படுத்தப்படும் தனிமங்களின் பிளவியல் பண்புகளை விளக்குகின்றது.

பிளவிலே தோன்றும் ஆற்றல்:

ஆல்பர்ட் அயன்ஸ்டைன், 1905-இல் நிறையை ஆற்றலாக மாற்றலாம் என்ற உண்மையைக் கண்டார். யுரேனியம்-235இன் நியூட்ரானால் சிதையும் பிளப்பு வினையை எடுத்துக்கொள்வோம். இது படம்-2இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வினை நிகழும் முன்னும், நிகழ்ந்த பின்னும் உள்ள நிறை கணக்கை ஆய்ந்தால்,

பிளப்பு வினைக்கு முன் நிறை

யுரேனியம் — 235	:	235.12037
நியூட்ரான் 1	:	1.008982

பிளப்பு வினைக்குப் பின் நிறை

நியோடைமியம் — 144	:	143.9506
இட்டிரியம் — 89	:	88.93712
3 நியூட்ரான் —	:	3.026946
வேறுபாடு 0.2146		235.9147

பட்டியல்-1

பிளவுபடும் தனிமங்களின் பண்புகள்

(நியூட்ரான் வேகம்—2,200 மீ/செ)

	யு—235	புளூட்டோனியம்—239	யு—233
குறுக்குவெட்டு (பார்ன் துகள்)			
பிளப்பு σபி	580	750	533
சிறை σசி	107	315	52
ஈர்ப்பு σஈ	687	1065	585
பிளப்பில் வெளியிடப்படும் நியூட்ரான் அடிப்படையில் ஒரு பிளப்பின் எண்ணிக்கை/பிளப்பு	2.46	2.88	2.54
உட்கொண்ட நியூட்ரான் அடிப்படையில் எண்ணிக்கை/உட்கொண்ட ஒரு நியூட்ரான்	2.08	2.03	2.31
வேக நியூட்ரான் பிளப்புக் குறுக்குவெட்டு (பார்ன்கள்)	1.5	2	2

அய்ன்ஸ்டைனின் கொள்கைப்படி, நிறை ஆற்றலாக மாறும் சமன்பாடு $E = mc^2$ ஆகும். ஈண்டு m என்பது அழியும் பொருளின் நிறையையும் c ஒளியின் திசைவேகத்தையும் E என்பது வெளிப்படும் ஆற்றலையும் குறிக்கும். ஒரு யுரேனிய அணுக்கரு சிதையும்போது 0.2146×931 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் வெளியாகும். அதாவது கிட்டத்தட்ட 200 மி.எ.வோ. வெளியாகும். இது ஆய்வுமூலம் கண்ட எண்ணிக்கையோடு ஒத்துவருகின்றது. 1 கிராம் யு.235 சிதையும்போது தோன்றும் ஆற்றல் கிட்டத்தட்ட 16 டன் டி.என்.டி. வெடிப்பில் வெளியாகும் ஆற்றலுக்குச் சமம்.

பிளப்பில் தோன்றும் ஆற்றல், சிதறும் பிளப்புத் துண்டங்கள், நியூட்ரான்கள், காமா கதிர்கள் இவற்றில் பகிர்ந்திருக்கும். இறுதியில் இவை பொருள்களால் தடுத்து நிறுத்தப்படும்போது அவற்றோடு மோதி வெப்பமாக வெளிவரும். படத்தில் (1) 3, 4, 5, நிலைகளில் இந்த ஆற்றல் வெளிப்படும். 6-வது படியிலே காலந்தாழ்த்தி வெளிப்படும் துகள்களால் கூடுதலான ஆற்றல் வெளியாகின்றது. பட்டியல்-2 காட்டுவதுபோல் சுமார் 191 மி.எ.வோ. ஆற்றல் உடன் வெளியாகின்றது. எதிர் நியூட்ரினோவில் உள்ள ஆற்றல் சிதறும். ஏனெனில் அது பொருளோடு உறவாடுவதில்லை. படம்-3 காண்க.

அணுக்கருப் பிளப்பு ஏன் நிகழ்கின்றது ?

ஓர் அணுவின் மொத்த நிறையையும், அதிலுள்ள உறுப்புகளின் தனித்தனி நிறையின் கூட்டுத்தொகையையும் ஒப்புநோக்கினால், அதிலே மாறுபாடு இருப்பதைக் காணலாம். நிறை குறை எனப்படும் இது, அணுக்கருவிலே உள்ள நியூட்ரான் புரோட்டான் துகள்களை இணைக்கும் ஆற்றலுக்கு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இந்தப் பிணைக்கும் ஆற்றலை அணுக்கருவிலிருந்து அதன் துகள்களைத் தனித்தனியே பிரிக்கத் தேவையான ஆற்றல் என்று சொல்லலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஹீலியக்கருவை எடுத்துக்கொண்டால், ஹீலியக்கருவின் நிகர நிறை 4.00015026, அதிலுள்ள 2 புரோட்டான், இரண்டு நியூட்ரான் இவற்றின் எடை $2(1.0072766 + 1.0086654)$.

இரண்டு நிறைகளுக்குமுள்ள வேறுபாடு 0.0317338 அணுநிறை அலகு இது 28. 3 மி. எ. வோல்ட் ஆற்றலுக்குச் சமம். இதைக் கருவிலுள்ள ஒரு துகள் அடிப்

பட்டியல்-2

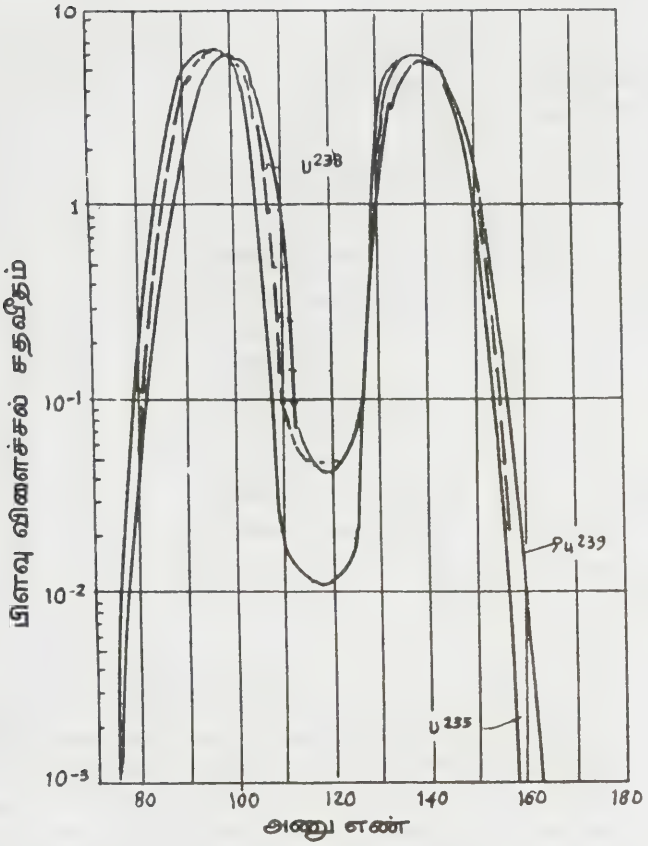
மித நியூட்ரானால் யுரேனியம்—235 இல் நிகழும் பிளப்பில் ஆற்றலின் பகுப்பு

உடனே வெளியாகும் ஆற்றல்

பிளப்புத்துண்டங்களின் வேக ஆற்றல்	: 166 மி.எ.வோ.
உடனே உமிழும் நியூட்ரான்கள் வேக ஆற்றல்	: 5 மி.எ.வோ.
உடனே உமிழப்பட்ட நியூட்ரான் பிணைப்பு ஆற்றல்	: 12 மி.எ.வோ.
உடனே உமிழும் காமா-கதிர் ஆற்றல்	: 8 மி.எ.வோ.
	191 மி.எ.வோ.

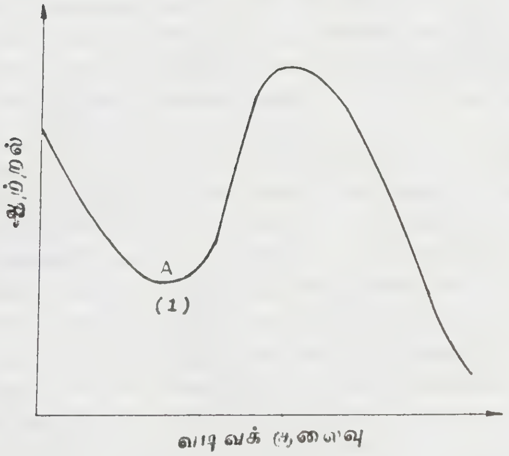
காலந்தாழ்த்தி வெளியாகும் ஆற்றல்

பீட்டா துகள்களின் ஆற்றல்	: 8 மி.எ.வோ.
எதிர் நியூட்ரினோக்கள் ஆற்றல்	: 12 மி.எ.வோ.
காலந்தாழ்ந்த காமாக்கதிர் ஆற்றல்	: 7 மி.எ.வோ.
	27 மி.எ.வோ.

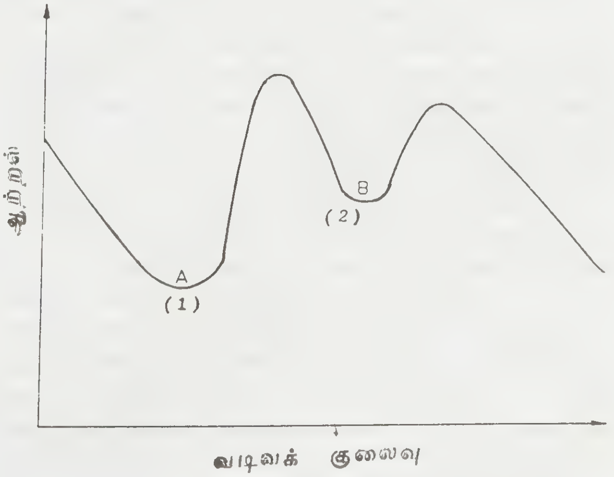


படம் - 7

வாய்ப்பு ஏற்பட்டாலும் பிளப்பு எளிதாக நடந்து விடுவதில்லை. இவ்வாறாக, பிணைக்கும் ஆற்றலுக்கும், அணுக்கருப்பிளப்பிற்கும் உறவு உண்டெனக் கண்ட பின் அணுப்பிளப்பு நிகழ்வதை ஆய்வோம். உலகிலே பொருள்களின் இருப்பு ஆற்றல் குறையக்குறைய அவை நிலையான அமைப்பைப் பெறுகின்றன. உயரத்திலே உள்ள தண்ணீர், கீழே ஓடிக் கடலில் சேர்ந்து தன் நிலை ஆற்றலைக் குறைத்து நிலையான அமைப்பை அடைகின்றது. அதுபோலவே ஓர் அணுக்கருவின் நிலை ஆற்றல் அது பிளவுபடும் நிலையில் குறைகின்றது என்றால் அது அந்நிலையை எய்தமுயலும். முன்பு கூறியபடி இரும்பிற்கு மேற்பட்ட நிறை மிக்க அணுக்கருவில் இவ்வாய்ப்பு அதிகரிக்கத் தொடங்கி, யுரேனியம் போன்ற கனமான கருக்களில் வலுவாகின்றது. எப்படி நீர் அணையிடப்பட்டிருந்தால், அணை அளவை நீர் மட்டம் மீறினால் நீரோட்டம் நிகழ்கின்றதோ, அதுபோலவே, அணுக்கருவிற்கு அணைபோன்ற தடுப்புகள் உள்ளன. இதற்குக் காரணம் கருவிலே உள்ள துகள்களின் ஈர்ப்பு ஆற்றலும், புரோட்டான்களின் ஒன்றையொன்று துரத்தும் விலக்கு ஆற்றலும் ஆகும். அய்ட்ரஜனிலிருந்து தனிமங்களை ஆயத் தொடங்கும்போது, துகள்களின் ஈர்ப்பு ஆற்றல் மிகுந்து வருவதைக் காணலாம். அது புரோட்டான்களின் விலக்கு ஆற்றலைவிட ஓங்கியே உள்ளது. ஆனால் இரும்



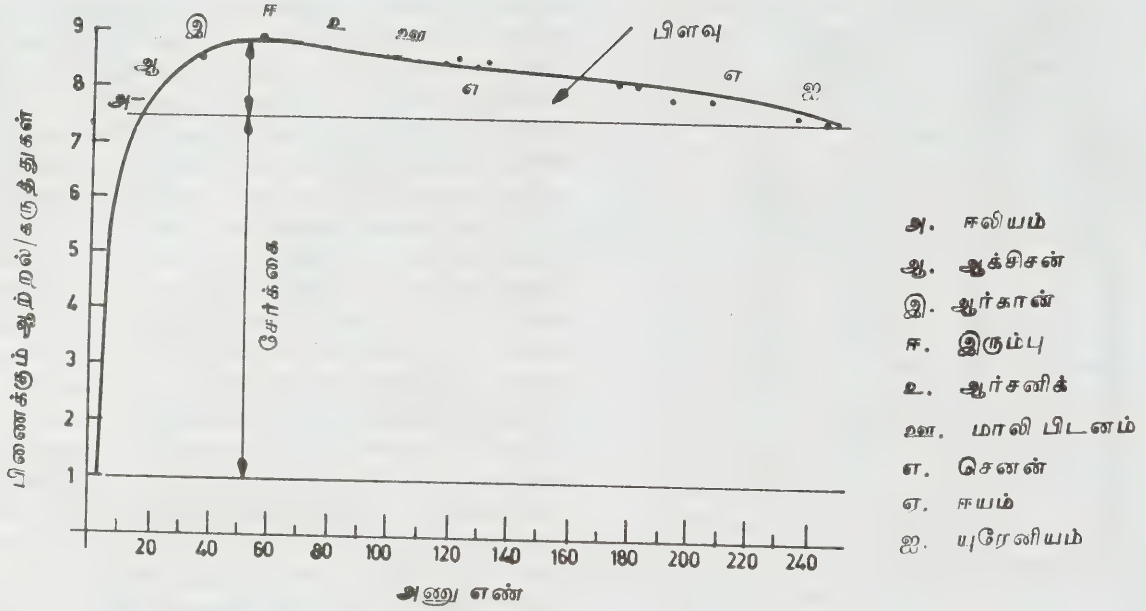
படம் - 8. தோற்றுவிக்கப்பட்ட அணுப்பிளவு



படம் - 9. தானே உண்டாகும் அணுப்பிளவு

படையில் கண்டால் 7.1 மி. எ. வோ. ஆகும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு தனிமத்தின் துகள்களின் பிணைக்கும் ஆற்றலைக்கண்டு ஒப்பிட்டால், இந்த ஆற்றல் நிறை எண் 50-60 இடையிலே உயர்நிலை அடைந்து பின் சரிகின்றது. (படம்-10) சரியும் பகுதியில் உள்ள தனிமங்கள் பிளவுபடும்போது, ஆற்றல் வெளிப்படும். ஏறும் பகுதியிலுள்ள தனிமங்கள் கூடி இணைந்து ஒன்றாகும் போது ஆற்றல் வெளிப்படும் என்பது தெளிவாகின்றது. இரும்புக்கு மேலாக உள்ள தனிமங்கள் பிளவுபட

பைத் தூண்டியவுடன் பின்னைய ஆற்றல் வலுப்பெற்றுப் பிணைக்கும் ஆற்றல் குறையத் தொடங்குகின்றது. அணுக்கரு தூண்டப்பட்டு ஆற்றல் பெறும்போது, அதன் ஆற்றல்நிலை உயர்ந்து இந்த அணுக்கருப்பிளப்பு தடுப்பு நிலையைத் தாண்டும்போது அணுக்கரு பிளவுறுகின்றது. இது படம்-8,9இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. கனமான பொருள்களில் இந்தத் தடுப்பைத் தாண்டவேண்டிய ஆற்றல்அளவு குறைந்துள்ளது. இந்தத் தடுப்பு இரண்டு வகைகளில் தாண்டப்படலாம். இங்கு நீர் அணையின்



படம் - 10

உவமைக்கு வந்தால் தண்ணீர் மட்டம் அணையைத் தாண்டினால் நீர்வழிந்து வெளியே ஓடலாம். அல்லது அணையிலே சிறு துளை ஏற்பட்டாலும் அதன் வழியாக நீர் வெளியே வந்து இருப்பு ஆற்றலைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம். அணுக்கரு நியூட்ரானால் தாக்கப்படும் போது, நியூட்ரானின் நிறை ஆற்றலும், வேறு ஆற்றலும், கருவின் ஆற்றல் நிலையை, பிளப்பு தடுப்பு நிலைக்குமேல் சற்றே உயர்த்திக் கடக்கச் செய்யலாம். இவ்வாறு அது ஆற்றல் அணையைத் தாண்டும்போது பிளப்பு நிகழ்கின்றது. இது நியூட்ரானாலன்றி புரோட்டான், ஆல்பா துகள்களாலும் நிகழலாம். இப்படி நிகழும் பிளப்பைத் தோற்றுவித்த பிளப்பு என்பர். படம்-8 அணையிலிருந்த துளை வழியே நீரோட்டம் ஏற்படுவதற்கு ஒப்பாகப் பிளவுத் தடுப்புகள் சில சிறப்பான நிலைகளிலே ஊடுருவப்படலாம். இவை நியூட்ரான் போன்ற வெளி ஆற்றல் பெற்ற கருத் துகள்கள் இன்றியே நிகழலாம். இவற்றைத் தானே இயங்கும் பிளப்பு என்பர். இது செயற்கையாக நிகழ்வது மிகவும் குறைவு. பெரும்பாலும், தோற்றுவிக்கப்படும் சில கனமான ஓரிடத்தனிமங்களில் இது நிகழ்கின்றது. இது படம்-9 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

அணுக்கருப் பிளப்பில் விளைபொருள்கள் (படம் 4,3,1)

மேற்கூறிய விளக்கத்திலிருந்து, பிளவு நிகழும்போது, பிளப்புத் துண்டங்கள், மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்கள், நியூட்ரான்கள், காமா கதிரியக்கம் போன்றவை விளைபொருள்களாக வெளிப்படுகின்றன எனக் கண்டோம். பிளப்பை நேரில் காண இயலாது மறைமுகமுறைகளால் தான் அறியவேண்டும். பிளப்புத்துண்டங்களை ஆய்வதில் இரண்டு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. ஒரு முறையிலே உமிழப்படும் பிளப்புத்துண்டங்களைத் தொடர்ந்து அவற்றின் வேகஆற்றல், அதன் வரலாறு, அவற்றின் மின்விசை பகிரப்படும் அமைப்பு, இடமாற்றக் கோணங்கள் ஆகியவற்றைக் கணக்கெடுப்பர். இதனைத் தொடர் ஆய்வுகள் என்பர். இந்த ஆய்வால், உந்தும் ஆற்றல் பிளப்பிலே பயன்படும் வரலாறு, பிளப்புத்துண்டங்களின் ஆற்றல் எழுச்சி, துண்டங்கள் வெளிவிடும் நியூட்ரான் அணுவின் நிறை பகுப்பு, அணுக்கருவின் ஆற்றல் நிலைகள் ஆகியவற்றை அறியலாம். மற்றொருமுறை அணுக்கருவியல் வேதியியல் முறையால் பிளப்புத்துண்டங்களைப் பிரித்தெடுத்து ஆய்வது. இதன்படி பிளப்புவினை முற்றும் நடைபெற்றவுடன், விளைவுக்குள்ளான பொருள்களை நன்கு ஆய்வர். பிளப்பால் அணுக்கரு கிழித்தெறியப்படும் போது, சிதைந்து ஓடும் துண்டங்கள் தம் எலக்ட்ரான்களை இழக்கின்றன. அவை ஒரு நீடித்த நிலைக்கு வந்தவுடன் அவற்றை மீண்டும் பெற்று ஓரிடத்தனிமங்களாக மாற்றுகின்றன. அவற்றின் ஆற்றல் எழுச்சி நிலையிலிருப்பதால், சிதைவு தொடர்ந்து, பீட்டா-துகள்களையும், காமா - கதிர்களையும் சில சமயம் காலந்தாழ்த்தி நியூட்ரான்களையும் வெளிவிடுகின்றன. இப்படி பீட்டா சிதைவுறும்போது, ஓர் அணுஎண் அதிகமுள்ள தனிமமாக மாறுகின்றது. இப்படிப் பிளவுண்ட பொருள்களின் விளைச்சலை அறிவதால், அணுக்கருவின் நிகழ்வைப்பற்றிய உண்மைகள் அறிவது எளிதாகின்றது. யுரேனியம்-235, புளூட்டோனியம்-239, யுரேனியம்-238 இவற்றின் விளைச்சலை விவரிக்கும் படம் (7) இல் தரப்பட்டுள்ளது. இரண்டு முகடுகள் உள்ள இப்படம் விளைச்சலை விளக்கும் படமாகும். மேற்கூறிய விளைவிலே சுமார் 300-க்கு மேற்பட்ட முதல் நிலை பிளப்பு அணுக்கருக்கள் இருக்கலாமெனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அவற்றிலே சில மட்டுமே நிலை

பட்டியல் — 3

அணுப்பிளப்பில் விளைந்த தனிமங்களின் விவரம்

எடை எண்	மொத்த விளைச்சல் அணு %	கருதப்பட்ட அணு எண்	எடை எண்	மொத்த விளைச்சல் அணு %	கருதப்பட்ட அணு எண்
77	0.0079	30.6	101	5.0	40.6
78	0.020	30.9	102	4.1	41.0
79	....	31.3	103	2.9	41.3
80	....	31.6	104	1.8	41.7
81	0.133	32.0	105	0.85	42.1
82	....	32.4	106	0.38	42.5
83	.60	32.8	107	......	42.8
84	1.1	33.1	108	......	43.2
85	1.5	33.5	109	0.028	43.6
86	2.1	33.9	110	......	43.9
87	2.7	34.4	111	0.018	44.3
88	3.6	35.1	112	0.011	44.3
89	4.9	35.5	113	......	45.1
90	5.8	35.9	114	......	45.4
91	5.8	36.2	115	0.011	45.8
92	6.0	36.6			
93	6.4	36.9	117	0.010	45.9
94	6.4	37.3	118	....	46.1
95	6.3	37.7	119	....	46.2
96	6.3	38.1	120	....	46.6
97	6.1	39.1	121	0.014	46.9
98	5.8	39.5	122	....	47.3
99	6.1	39.8	123	0.014	47.7
100	6.3	40.2	124	....	48.0

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
125	0.023	48.4	140	6.4	54.7
126	0.1	48.8	141	5.7	55.0
127	0.25	49.2	142	5.9	55.4
128	....	49.5	143	6.2	55.8
129	1.0	49.9	144	6.0	56.2
130	....	50.3	145	4.0	56.5
131	2.9	50.7	146	3.2	56.9
132	4.3	51.0	147	2.6	57.6
133	6.5	51.4	148	1.8	58.1
134	7.5	51.8	149	1.3	58.5
135	6.41*	52.2	150	0.71	58.8
136	6.2	52.5	151	......	59.2
137	5.9	52.9	152	......	59.6
138	5.7	53.9	153	0.14	59.9
139	6.2	54.3	154	......	60.4
			155	0.031	60.7
			156	0.013	61.0
			157	0.0074	61.4

* C. D. Coryall, Personal Communication, 1955.

யானவை, மற்றவையெல்லாம் பீட்டா-துகள் சிந்தும் கதிரியக்கத் தனிமங்கள். சிலவற்றின் அரை ஆயுள் மிகமிகக் குறைவாயிருப்பதால் அவற்றின் விளைச்சல் அளவைக் காணுதல் அரிது. ஆனால், பிளப்பிலே தோன்றிய தனிமங்களின் தொடர்விளைச்சல் ஓரளவு சரியாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பிளப்பின் மாதிரி கொள்கைகளைக் கொண்டு, குறிப்பிட்ட நிறையிலே கருதப்பட்ட அணுஎண் உள்ள விளைச்சல், தனிமங்கள், அவற்றின் அளவு ஆகியவை கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. அப்படிப்பட்ட அடிப்படையிலே யுரேனியம்-235 அணுக்கருவின் பிளப்பு விளைச்சல் பொருள்களின் விவரம் பட்டியல் 3இல் தரப்பட்டுள்ளது.

அணுக்கருப் பிளப்புப் பற்றிய கருத்தியல்

அணுக்கருவிலே உள்ள விசைகள்: அணுக்கருவிலே நியூட்ரானும், புரோட்டானும், இருப்பதைக் கண்டோம். புரோட்டான்கள் நேர்மின்னூட்டம் பெற்றிருப்பதால் இவற்றிடையே விலக்குவிசை இருந்து வரும். ஆனால், அணுக்கரு பொதுவாக நிலையாக உள்ளதால் இந்த விலக்குவிசை மற்றொரு விசையால் சமமாக்கப்படவேண்டும். அந்த விசையால் நியூட்ரான்களும் கட்டப்படவேண்டும். மேலும், அந்த விசை அணுக்கருவின் ஆரமான 10^{-15} மீ. உள்ளே ஆற்றல் மிக்கதாக இருக்கவேண்டும். இந்த விசையை அணுக்கரு விசை என்பர். இதன் ஆட்சி குறுகிய எல்லையிலே இருந்தாலும் அந்த எல்லையிலே அது மின் விசையைப்போல 100 மடங்கும், புவி ஈர்ப்பைப் போல 10^{28} மடங்கும் வலிமை மிக்கது என அறிஞர்கள் கண்டுள்ளனர். மேலும் அணுக்கருத் துகள்களைப் பிணைக்கும் ஆற்றலை ஆராயும்போது, அவை பெரும்பாலும் ஒரே சீராக இருப்பது, நீர்மத்தில் அணுக்கூட்டம் பிணைக்கும் ஆற்றல் முற்றும் நிறைந்த நிலையுற்றிருப்பதைப் போலாகும். ஆக அணுக்கருவில் இந்த இரண்டு விசைகளைப் பற்றிய சிந்தனைகளே கருத்தியலில் பெரும்பங்கு இடம் பெறுகின்றன.

அணுக்கருப் படிமங்கள்

1. நீர்மத் துளிப் படிமம்

நீல்ஸ்போர் என்ற அறிவியலறிஞர் அணுக்கருப் பிளவை விளக்க, அணுக்கருவை ஒரு நீர்மத்துளிக்கு ஒப்பிட்டு, போர், வீலர் அணுக்கருவின் நீர்மத்துளிப் படிமம் என்பதை வெளியிட்டனர். அணுக்கருத் துகள்கள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. கருமையத்தில் இவ்விசைகள் ஒன்றையொன்று சமன்படுத்துகின்றன. ஆனால் கருவின் புறத்தில், இவ்விசை ஓங்கி நின்று, நீர்த்துளிகளிலேயுள்ள பரப்பு விசை ஒரு விசையை உண்டாக்குகின்றது. இவ்விசை புரோட்டான்களின் நேர்மின்னூட்டத்தால் எழும் விலக்கு விசையால் எதிர்க்கப்படுகின்றது. கனமிலா கருவிலே அணுக்கரு ஈர்ப்பு விசையே வலுப்பெற்றுப் புற அழுத்தமே ஓங்கி நிற்கும். புற அழுத்தத்தின் பண்பாக, குறைந்த பரப்பை எய்த முயலும் நிலையில் அதன் வடிவம் உருண்டையாகின்றது. ஆற்றலூட்டப்பட்ட துகள் அணுக்கருவைத் தாக்கும்போது, இந்த ஆற்றல் கருக் கோளநிலையிலிருந்து இழுக்கப்பட்டு, நிலையிலாது வடிவம் மாறிக்கொண்டே ஊசலாடும் நிலையுறுகின்றது. வடிவத்தை வழக்கமான கோளமாக்கும் ஈர்ப்பு ஆற்றல், துண்டாக்கத் துடிக்கும் விலக்கு ஆற்றல் இவற்றின் போராட்டம் இடைவிடாது தொடர்கின்றது. பரப்புவிசை ஆற்றல் குறுகிய தொலைவிலே செயல்படும் எனக் கண்டோம். இந்தப் போராட்டத்திலே வடிவைக் குலைத்து, துகளைத் துண்டாடத் துணியும் ஆற்றலே வெற்றி பெற்றுப் பிளப்பு நிகழ்கின்றது. பின்பு துண்டங்கள் அமைதி நிலையுறுகின்றன போரும், வீலரும், பிளப்புறும் தன்மையை விளக்கப் பிளவுறும் தன்மை எண் என்பதைக் கற்பித்தனர். இது சுழியிலிருந்து 1 வரை வேறுபடும். இந்த எண்ணின குறைந்த அளவு, அணுக்கருவின் நிலைத்த தன்மைக்கு அறிகுறியாகும். அது கிட்டத்தட்ட $\frac{1}{50}\left(\frac{\text{அணு எண்}}{\text{நிறை எண்}}\right)^2$ க்குச் சமமாகும். இதன்படி யு-235 பிளப்புறும் தன்மை எண் (பி.த.எ) 0.72 ஆகும். மேற்கூறிய நீர்மத்துளி உருவகம் எளிதானதாகும், தெள்ளத்தெளிய விளக்கம் தருவதாயிருப்பினும், இந்தக் கொள்கையின்படி அணுக்கருவின் பிளப்பு காரணமாக எழும் நிறைபகுப்பு, சமச்சீராக இருக்குமென்று விவரிக்கப்படும் முன்னுரைப்பாகும். இது ஆய்விலே கண்ட உண்மையிலிருந்து சற்றே மாறுபட்டிருந்தது. நிறை பகுப்பு சமச்சீராக இருப்பதற்குப் பதிலாக, சமனிலாச்சீராக இரண்டு உச்சிகளைப் பெற்றிருந்தது. புதிய கருத் துகளால் இந்தப் படிமம் சீர்படுத்தப்பட்டுப் பின்பு அது உண்மையான நடப்பிற்கு விளக்கம் தருகின்றது என்றாலும், நீர்மத்துளிப் படிமம் பிளப்பிலே ஏற்படும் எல்லா நிகழ்வுகளையும் விளக்க இயலாநிலையிலே மற்ற கருத்தியல் உருவங்கள் அறிவியலிலே முளைக்க மூல காரணமாயிற்று.

2. கூடு படிமம்

நீர்மத்துளி உருவகம் அணுக்கருவின் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிய தன்மையன என்ற அடிப்படையில் எழுந்தது. ஏனைய உருவகங்கள் இதற்கு நேர் மாறாக அவற்றைத் தனித்துகள்களாகவிளக்குகின்றன. கருத்துகள்கள் கூடுகளில் அமைகின்றன. இக்கூடுகள் ஆற்றல் நிலையால் மாறுபடும். இந்தப் படிமம் அணுவில் எலெக்ட்ரான் கூடுகளில் அமைந்ததாக விளக்கும் படிமத்தை ஒக்கும். இக்கூடுகளில் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள கருத்துகள்களே இருக்கும்.

3. மாறா வெப்பப் படிமம்

மாறா வெப்பப் படிமம் என்பது, மேற்கூறிய இரண்டு கொள்கைகளையும் தழுவுவதாகும். இந்தப் படிமத்தில் அணுக்கருவின் நிகர இயக்கம், தனித்தனித் துகள்களின்

இயக்கத்தைவிட மிகவும் விரைவில் குறைந்ததால், அணுக்கரு வடிவம் மாறுபடும் போது, தனித்துகள்கள் தங்கள் இயக்கத்தை வடிவ மாறுபாட்டிற்கு ஏற்றவாறு மாற்றிக் கொள்ளக் காலம் உள்ளது. ஆனால் வெவ் வேறு கூடுகளிலேயுள்ள துகள்களிடையே ஆற்றல் இயக்கத்திற்கு நேரமில்லை. இந்த உருவகம், அணுப் பிளவின் இருக்கைப்புள்ளியிலே (Saddle point) (படம்-1 நிலை 2) நிகழும் வினையை விளக்கி, பிளப்புத் துண்டங்களின் கோண முறையிலான இருப்புநிலை, இவற்றின் விவரங்கள் தருவதில் வெற்றி பெற்றுள்ளது. ஆனால், பிளப்புப் புள்ளியிலே நிறை பகுப்பு, மின்னூட்டப் பகுப்பு இவற்றைச் சரிவரவிவரிப்பதில் போதிய வெற்றி காணவில்லை.

4. புள்ளிக்கணக்குப் படிமம் (Statistical model)

புள்ளிக்கணக்குப் புனைவுப் படிமங்கள் எதையும் தாமே கற்பனை செய்வதில்லை. அது ஆய்வில் கண்ட முடிவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு கட்டப்படுவது. இது பிளவுப் புள்ளியிலே நிறைய அணுக்கருக்கள், பல வாய்ப்புக்கூறான அமைப்பிலே ஏதாவது ஓர் அமைப்பைப் பெறலாமென எண்ணத் தூண்டுகிறது. இந்த ஒவ்வோர் அமைப்பிற்கும், வெவ்வேறான பிளவுத் துண்டங்கள் இருக்கலாம். இந்த அமைப்பு சமநிலை உறும்போது ஒவ்வோர் அமைப்பிலுமுள்ள அணுக் கருக்களின் எண்ணிக்கை அமைப்பின் தன்மையைப் பொறுத்து இருக்குமேயன்றி, முன்னாலோ, பின்னாலோ நிகழ்ந்த தன்மையைப் பொறுத்திராது என்று கருதப்படுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட பிளவுத் துண்டங்களை விளைவுப்பொருளாகப் பெறுவது, அந்தப் பிளவுத்துண்டங்களின் ஆற்றல் நிலையின் அண்மையைப் பொறுத்தது எனக்கருதப்படுகின்றது. துண்டங்களுக்குக் குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலை உண்டானதால் ஆற்றல் நிலைகள் பல இருந்தால், குறிப்பிட்ட துண்டங்கள் தோன்ற வாய்ப்புக்கூறும் அதிகம். இவ்வுருவகத்திலும் கருத்துகள்களின் தனிப்பட்ட நிலை போற்றப்படுகின்றது. மேலும், பிளவிற்குப் பின் துண்டங்களிடையே எவ்வகையான உறவும் கற்பிக்கப் படுவதில்லை. இந்தப் படிமம் யுரேனியம்-235, மித-நியூட்ரானால் பிளவுறும்போது, நிகழும் நிறை பகிர்வை (Mass distribution) சரியாகக் கணித்தாலும், புளூட்டோனியம்-239 பிளவிலே, அதன் வரையறுப்பு தவறிவிட்டது. அதேபோல், வேக ஆற்றலின் பகுப்பையும், சரியாகக் கணக்கிட இயலவில்லை. இந்த உருவகத்தில் பிளவுத் துண்டங்களின் பண்பையே உரிய அடிப்படையாகக் கொண்டாலும், பிளவுத்துண்டங்கள் பிளவு நிகழ்ந்தபின் வேகமாய்த்தங்கள் பண்பை மாற்றிச் சிதைவதால், பிளவு நிகழ்ந்தவுடனே அவற்றின் குணங்கள் சரியாகக் கணிக்கப்படாமல், நிலைக்கும் துண்டங்கள் வரலாற்றிலிருந்து கணிக்கப்படுகின்றது. இதுவே இதன் தவறான முடிவுகளுக்குக் காரணமாகும். புதிய புள்ளிக்கணக்கு உருவகம் இந்தக் குறைகளைத் தவிர்க்க மாறுதல் பல பெற்றுவருகின்றது.

புதிய சோவியத் அறிவியலாரான ஸ்குருடின்ஸ்கியின் படிமத்திலே அணுக்கருவின் சராசரி குணங்கள் நீர்மத் துளி படிமத்தால் விவரிக்கப்படும். இந்தப் படிமம் சில இடங்களில், அவற்றின் பண்பைத் தனித்துகள்களால் மாற்ற அனுமதிக்கின்றன. இதன் விளைவாக அணுப் பிளப்புத் தடுப்பின் வடிவம் மாற்றப்படுகின்றது. ஒரு சீரான இருக்கை வளைவுக்குப் பதிலாக இரண்டு வளைவுகள் தோன்றுகின்றன. இரண்டு தடைகள் மீறினால்தான் பிளவு என்ற நிலையிலே கருக்களின் நிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கின்றது. இவருடைய படிமம், பழைய கருத்தான அணுஎண் அதிகரிக்க அதிகரிக்கப் பிளவுறும் தன்மை மிகும் என்பதையும் மாற்றுவதாக உள்ளது.

க. இரா. பா.

நூலோதி

1. Stevenson, *'Nuclear Engineering'*.
2. Samuel Glasstone *'Nuclear Reactor Engineering'*.
3. Erthrington, *'Nuclear Engineering - Hand book'*.
4. Samuel Glasstone, *'Source Book of Atomic Energy'*.
5. Bendict and Pigfood, *'Nuclear Chemical Engineering'*.
6. J.O. Cunninghame, *'Chemical Aspects of Atomic Nucleus'*.
7. Hans O. Oractzer, David, L. Anderson, *'Discovery of Nuclear Fission'*.

அணுக்கருப் பொறியியல்

இது அணுக்கருச்சக்தியின் (Nuclear energy) ஆக்கத்தையும் பயன்பாட்டையும் விவரிக்கும் பொறியியல் துறையாகும். பிளப்பு அல்லது பிணைப்பில் தோற்றுவிக்கப் பட்ட சக்தியினை (Energy produced by fission or fusion) மற்ற பயனுள்ள வகையில் வெப்பம் அல்லது மின்சக்தியாக மாற்றக்கூடிய மின்சக்தி நிலையங்களின் (Power plants) வளர்ச்சி, வடிவமைப்பு, கட்டுமானம், அதன் இயக்கம் ஆகியவற்றைப் பற்றிக் கூறுவதாகும். இந்தத் தனித் தன்மை வாய்ந்த சக்தி வளங்களின் வளர்ச்சியினால், கடினமான இயந்திர, மின்சார, பொருள் வகையான பிரச்சினைகளுக்குப் புதிய தீர்வுகளைக் காணுதல் தேவையாகின்றது. மிகுந்த அளவான உறுப்புகளும் அமைப்புகளும் (Components and systems), அதிக அளவிலான உயர் சக்திக் கதிர்வீச்சி

னால் (High energy radiation) இயங்குவதாலும், பல் வகையான பொருள்களுடன் கதிர்வீச்சு செயல்படுவ தாலும் தனித்தன்மை வாய்ந்த பிரச்சினைகள் எதிர்ப் படுகின்றன. அணுக்கருப் பொறியியலுக்கு (Nuclear engineering) அத்தகைய பிரச்சினைகள் தனித்தன்மை வாய்ந்தவையாக அமைகின்றன. இந்தத் துறையில், அணுக்கருப் பொறியில் வல்லுநர்களுக்குப் பயிற்சி அளித்தல் தனி முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக உள்ளது. அழிக்கப்படாத பற்ற வைப்புச்சோதனைகள் (Non-destructive testing of welds) முதற்கொண்டு, மருத்துவத் தொழிலில் பயன்படுத்தும் குறைந்த வெப்ப, நோய்க்கிருமி அழிப்பு (Low temperature sterilization of pharmaceuticals) வரையுள்ள பல வகைப்பட்ட தொழில் முறைகளிலும் சாதனங்களிலும் கதிரியக்கப் பொருள்கள் (Radio active materials) பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

அணு உலையில் (Nuclear reactor) தோற்றுவிக்கப் பட்ட துணைப் பொருள் (By-product material) அல்லது கழிவாகத் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பொருள் அல்லது மிக அதிக அளவிலான உலை எரிபொருளாகப் (Reactor fuel) பயன்படுத்தும் கதிரியக்கப் பொருள் ஆகி யவைகளின் கையாளுகையும் சேமிப்பும் (Handling and storage), வேலை ஆட்கள், சாதனங்கள், சுற்றுப்புறப் பாதுகாப்பு ஆகியவை பற்றிய பிரச்சினைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பலவகையான கதிர்வீச்சுக் காப் புகளின் வடிவமைப்பினாலும் கட்டுமானத்தினாலும் உயர்சக்திக் கதிர்வீச்சிலிருந்து காப்பினைப் பெறலாம். மிகுந்த அளவிலான தோண்டுதலுக்கும் (Excavation), இயற்கை எரிவாயுவைத் தோற்றுவிக்கும் செயலை விரைவுபடுத்தவும் (Stimulation of the production of natural gas), அணுக்கரு வெடிபொருளைப் (Nuclear explosives) பயன்படுத்துவது பற்றி ஆராயப்பட்டு வருகின்றது. பலவகையான கடற்கலங்களைச் (naval vessels) செலுத்துவதற்காக அணு உலைகள் தற்போது பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

வியாபாரக் கப்பல்களுக்கு அணு சக்தியைப் பயன் படுத்துவது பற்றி அதிக அளவில் கவனம் செலுத் தப்பட்டு வருகின்றது. அமெரிக்க நாட்டில் அணுசக்திப் பொறியியல் பற்றிய கல்வித் திட்டங்களைப் பல்கலைக் கழகங்களும் கல்லூரிகளும் வழங்குகின்றன. பட்டப் படிப்புக் கீழுள்ள பாடத்திட்டத்தில் பிளப்பு உலைச் சக்தி நிலையங்களுக்கான வடிவமைப்பும் ஆய்வும் (Design and analysis of fission reactor power plants), தொழில்துறையைச் சார்ந்த கதிர்வீச்சு (Industrial applications of radiation), கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமங் கள் (Radioactive isotopes), மற்றும் கதிர்வீச்சுக் காப்பு (Radiation protection) ஆகியவைபற்றி விரித்துரைக் கப்படுகின்றது. பட்டப்படிப்புத் திட்டத்தில் பிளப்பு உலை எரிபொருள்கள் மேலாளுமை (Fission reactor fuels management), உலைப்பாதுகாப்பு (Reactorsafety), பொருள்களின் மேல் கதிர்வீச்சு விளைவுகள் (Effect of radiation on materials,) காந்த விசையினால் கட்டுப் படுத்தப்பட்ட உயர்வெப்ப பிளாஸ்மாக்களின் ஆக்கமும் கட்டுப்பாடும் (Generation and control of magnetically confined high temperature plasmas), லேசரால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிணைப்பு (Laser generated fusion), பிணைப்புச் சக்தி நிலையங்களின் வடிவமைப்பு (Design of fusion power plants), கதிர்வீச்சு அளவிடும் கருவிகளும் அமைப்புகளும் (Radiation measuring devices and systems), மற்றும் மருத்துவத்தில் பயன் படுத்தும் கதிர்வீச்சு (Medical applications of radiation) ஆகியன அடங்கும். பலவகையான தொழில் நுட்பத்துறைகள், சோதனைக் கூடக் கல்விக்காகவும், ஆராய்ச்சிக்கான உச்ச அளவு நியூட்ரான், காமா கதிர்வீச்சுகளுக்காகவும் (Intense sources of neutron and gamma radiation), ஆராய்ச்சி அல்லது கற்றறி வதற்கான உலைகளை (Research or training reactors) இயக்கி வருகின்றன.

நூலோதி

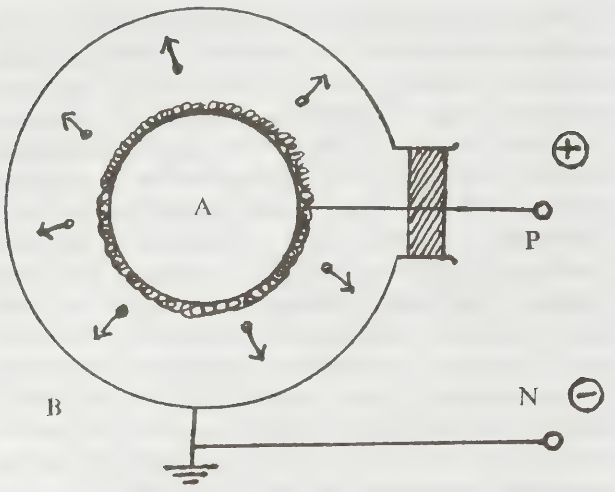
Mc Graw-Hill *Encyclopaedia of Energy* Mc Graw-Hill Book Co, 3rd Edition, 1970.

அணுக்கரு மின்கல அடுக்கு

அணுமின் நிலையங்களில் அணு உலைகள் (Atomic reactors) மூலம் பெறப்படும் வெப்ப ஆற்றலைக் கொண்டு உயர் அழுத்த நீராவி உருவாக்கப்படுகிறது. அந்நீராவி சுழலிகளை (Turbines) இயக்க அவற்றோடு இணைக்கப்பட்ட மின்னாக்கி (Dynamo) மின்னாற் றலைத் தருகிறது. இவ்வாறின்றி அணுக்கரு ஆற்றலை நேரடியாக மின்னாற்றலாக மாற்ற முடியுமா? என்ற கேள்வியின் விளைவாகத் தோன்றியவைதான் அணுக் கரு மின்கலங்கள் (Nuclear cells). உயர் மின்னழுத்த மின்கலங்கள் (High Voltage cells), குறைந்த மின்ன ழுத்த மின்கலங்கள் (Low Voltage cells) என இருவகை மின்கலங்களும் ஆய்வுச்சாலை அளவில் உருவாகி விட்டன. தொழில் முறையில், பெருவாரியாக இம் மின்கலங்களை உற்பத்தி செய்யும் முயற்சிகள் வெற்றி பெற்று விரைவில் இவை பயன்பாட்டிற்கு வரக்கூடும்.

உயர்மின்னழுத்த அணுக்கரு மின்கலம்

இதன் அமைப்பு படம் 1இல்காட்டியவாறு A, B என்ற இரு, ஒரு மைய (Concentric) உலோகக்கோளங்களைக் கொண்டிருக்கும். A என்ற உட்கோளத்தின் மீது பீட்டா - துகள்களை (β particles) வீசக்கூடிய கதிரி யக்கப் பொருள் (Radio active material) பூசப்பட்டிருக் கும். இக்கோளம் நன்கு காப்பிடப்பட்ட (Well insulated) கம்பி மூலம் மின்கலத்தின் நேர்முனை (Positive pole) P-யுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 1

B என்ற வெளிக்கோளம் உலோகக் கம்பி ஒன்றால் மின் கலத்தின் எதிர்முனை (Negative pole) — N— உடன் இணைக்கப்பட்டுத் தரையிடப்பட்டிருக்கும் (Earthed).

இயங்கும் முறை

A என்ற உட்கோளத்தின் மீதுள்ள கதிரியக்கப் பொருள் பீட்டா - துகள்களைத் தானாக வீசிக் கொண்டே இருக்கும். வீசப்பட்ட அத்துகள்கள் எதிரே உள்ள B கோளத்தின் உட்சுவரின் மீது விழுந்து அதை எதிர் மின்னூட்டமடையச் செய்கின்றன. அதே நேரத்தில் B பீட்டா - துகளை வெளிவிட்ட (எதிர் மின்னூட்டத்தை இழந்த) A என்ற உட்கோளம் நேர் மின்னூட்டமுடையதாக மாறிவிடுகிறது. இவ்வாறு உட்கோளத்திற்கும் வெளிக் கோளத்திற்குமிடையே ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றுகிறது. மேலும் மேலும் பீட்டா - துகள் வீசப்பட, இம்மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. இவ்வாறு தோன்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்கலத்தின் முனைகளின் வழியே வெளிச்சுற்றுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. வெளிக் கோளம் ஏன் தரையிடப்பட வேண்டும் என்பது இயல்பாக எழுகின்ற கேள்வி. வெளிக்கோளத்தின் உட்சுவர் எதிர் மின்னூட்டமடையும் போது, மின்தூண்டல் (induction) காரணமாக, அதன் வெளிச்சுவர் நேர் மின்னூட்டமடையும். அந்த நேர்மின்னூட்டத்தை வெளியேற்றாவிட்டால் மின் கலத்தின் இரு மின் முனைகளுக்குமிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றாது. எனவே வெளிச்சுவரில் உண்டான நேர்மின்னூட்டத்தைத் தரைக்கு ஓடச் செய்வதற்காகத் தான் அது தரையிடப்படுகிறது.

பீட்டா - துகள் தொடர்ந்து வெளியேறி வெளிக் கோளத்தின் உட்சுவரில் விழ விழ மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகமாகிக் கொண்டே போகுமே, அதற்கு எல்லையே இல்லையா என்றால், உண்டு என்பதே விடை. எதற்குமே ஓர் எல்லை உண்டு. எதிர் மின்னூட்டமடைந்துகொண்டே வரும் வெளிக்கோளம் தன்னை நோக்கிவரும் பீட்டா-துகளைத் (அது எதிர் மின்னூட்டமுடைய எலெக்ட்ரான்) தானே எதிர்த்துத் தள்ளும். வீசப்பட்ட துகள் குறைந்த ஆற்றலுடையதாக இருந்தால் எதிர்ப்பு விசைக்கு அடங்கி, உட்கோளத்திற்கே திரும்பிவிடும். அவ்வாறில்லாமல் வீசப்பட்ட துகளின் ஆற்றல் எதிர்ப்பு விசையை விட வலியது என்றால் வெளிக்கோளத்தை அடைந்து அதை மேலும் எதிர் மின்னூட்டமடையச் செய்யும். வீசப்படும் பீட்டா - துகளின் ஆற்றலுக்கும் ஒரு பெரும எல்லை (Maximum limit) உண்டன்றோ? அத்தகைய துகளையும் எதிர்த்துத் திரும்பச் செய்யும் நிலை வரும் போது மின்கலம் அதன் பெரும மின்னழுத்த நிலையை (Maximum potential) அடையும். அதைப் போலவே எத்தகைய மின்காப்புப் பொருளுக்கும் ஒரு வரம்பு உண்டு. இரு கோளங்களுக்குமிடையே நிலவும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைத் தாங்கக் கூடிய தன்மை உள்ள மின்காப்புப் பொருளை நாம் பயன்படுத்த வேண்டும். எனவே அணுக்கரு மின்கலம் தரக்கூடிய பெரும மின்னழுத்த வேறுபாடு இரண்டு செய்திகளைப் பொறுத்து அமைகிறது. (1) பீட்டாத் துகளின் பெரும ஆற்றல் அளவு, (2) மின்காப்புப் பொருளின் தரம். எனவே மிக அதிக ஆற்றலுடைய பீட்டா கதிர்களை வீசக் கூடிய கதிரியக்கப் பொருளையும், நல்ல தரம்மிக்க மின் காப்புப் பொருளையும், பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப் பட்ட அணுக்கரு மின்கலங்கள் மிக அதிக மின்னழுத்த வேறுபாட்டைத் தரும் என அறியலாம்.

மின்னோட்டம் (Current) என்பது மின்னூட்டங்களின் பாய்வு வீதம் (Rate of flow) என அறிவோம். இங்கு மின்னூட்டம், பீட்டா - துகளிலிருந்துதான் கிடைக்கிறது. எனவே அணுக்கரு மின்கலம் தருகின்ற பெரும மின்னோட்டத்தின் அளவு கதிர்வீச்சுப் பொருளின் சிதைவு வீதத்தைப் (Rate of disintegration) பொறுத்தது. இச்சிதைவு வீதம் கதிர்வீச்சுப் பொருளின் இயல்பைப் பொறுத்தது. எனவே மின்கலம் தரும் பெரும மின்னோட்டம், உட்கோளத்தின் மீது பூசப் பட்ட கதிர்வீச்சுப் பொருளின் இயல்பைப் பொறுத்தது என அறிகிறோம்.

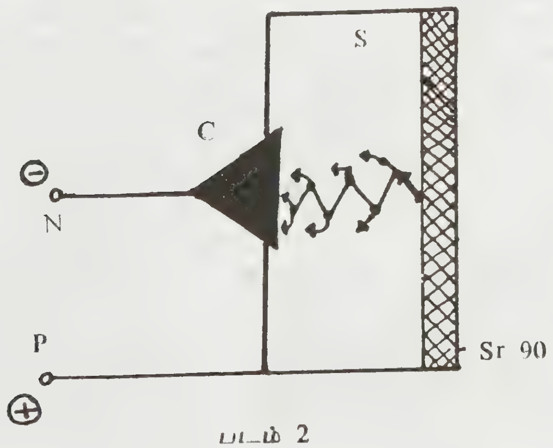
இம்மின் கலத்தின் ஆயுள் (Life) உட்கோளத்தின் மீது பூசப்படும் கதிர்வீச்சுப் பொருளின் அரை ஆயுட் காலத்தைப் (Half life period) பொறுத்தது. இயல்பாக இம்மின்கலத்தின் ஆயுள் கதிர்வீச்சுப் பொருளின் அரை ஆயுட்காலத்திற்குச் சமம் எனக் கொள்கிறோம். இக்காலத்திற்குப் பின்னும் இக்கலங்கள் தொடர்ந்து குறைந்த மின்னாற்றலுடன் (Electric power) இயங்கக் கூடியவை. எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 (Strontium 90) என்ற கதிர்வீச்சுப் பொருளைப் பயன் படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட மின்கலத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 இன் அரை ஆயுட் காலம் 28 ஆண்டுகள் ஆகும். அரை ஆயுட்காலம் என்பது ஒரு கதிர் வீச்சுப் பொருளில் தொடக்கத்தில் காணப்படும் கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கையில் சரிபாதியாகக் குறைவதற்கு அப்பொருள் எடுத்துக்

கொள்ளும் காலமாகும். மேலும் மின்கலத்தின் பெரும மின்னோட்டம் சிதைவு வீதத்தைப் பொறுத்தது எனக் கண்டோம். எனவே ஆயுள் என்பது தொடக்கத்தில் காணப்பட்ட பெரும மின்னோட்டத்தின் அளவு சரி பாதியாகக் குறைவதற்கு அக்கலம் எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் என்றும் கொள்ளலாம். ஒரு மின் கலத்தின் பெரும மின்னோட்டம் 4 ஆம்பியர் என்றால் அம்மின்கலத்தில் ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 பயன்படுத்தப்பட்டிருந்தால் 28 ஆண்டுகள் கழித்து அம்மின்கலம் தருகின்ற பெரும மின்னோட்டம் சரிபாதியாக அதாவது 2 ஆம்பியராகக் குறையும். மேலும் 28 ஆண்டுகள் கழித்து ஓர் ஆம்பியராகும். இன்னும் 28 ஆண்டுகள் கழித்து அரை ஆம்பியராகும். இப்படி அதன் மின்னாற்றல் குறைந்து கொண்டே செல்லுமே தவிர அது அழிந்து போகாது. அதன் மின்னழுத்தவேறுபாடும் மாறாது. இது ஒரு சிறந்த மின்கலம் என்பதற்கு இது ஒன்றே காரணமாகும்.

நடைமுறையில் உள்ள, டேனியல், லெக்லான்ஞ்சே, கிளார்க், காட்மியம் மின்கலங்களில் ஏதாவது ஒரு மின்னாற் பகு பொருள் (Electrolyte) நீர்ம உருவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்நீர்மங்கள் குறைந்த வெப்ப நிலையில் உறைந்து விடுகின்றன. அப்போது இம்மின் கலங்கள் பயன்படாமல் போய்விடுகின்றன. ஆனால் அணுக்கரு மின்கலம் எத்தகைய குறைந்த வெப்பநிலையிலும் சிறப்பாக இயங்குகிறது. இது இன்னுமொரு சிறப்பாகும். எனவே கீழ் வெப்ப நிலை ஆய்வுச் சாலைகளில் இம் மின்கலங்கள் பெரிதும் பயன்படும்.

குறைந்த மின்னழுத்த அணுக்கரு மின்கலம்

இது அண்மைக் காலக் கண்டுபிடிப்புகளில், எளிய, அரிய ஒரு கண்டுபிடிப்பாகும். இதுவும் பீட்டா - கதிர் வீச்சுப் பொருளைக் கொண்டுதான் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் அமைப்பு ஏறக்குறைய ஒளியியல் திருத்தி மின்கலம் (Photo rectifier cell) போன்றது எனக் கூறலாம்.



படம் 2

அமைப்பு

மேலே உள்ள படத்தில் S என்பது ஒரு அரைக்கடத்தி (Semi conductor). 's' அதன் ஒரு பக்கத்தின் மீது ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 ஒரு மெல்லிய ஏடுபோல் பூசப்பட்டிடிருக்கிறது. அரைக் கடத்தியின் மறுபக்கத்தில் ஏற்பு வாய் 'C' (Collector) ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

கதிர் வீச்சுப் பொருளிலிருந்து மிகுந்த ஆற்றலுடைய, மிக விரைந்து செல்லக் கூடிய பீட்டா-துகள் (இது எலெக்ட்ரான்தான்) வெளிவருகிறது. இது அரைக் கடத்தியின் உள்ளே ஊடுருவிச் சென்று எதிர்ப்படும் அணுக்களின் மீது மோதி அவற்றிலிருந்து சில எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்கிறது. இவ்வாறு விடுவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள், பீட்டா-துகளின், வேகத்துடன் ஒப்பிட மிகக் குறைந்த வேகமுடையவை. படத்தில் கதிர்வீச்சுப் பொருளிலிருந்து வெளிவரும் பீட்டா-துகள், அரைக்கடத்தி அணு ஒன்றில் மோதி எலெக்ட்ரானை விடுவித்துப் பின் திசைமாறி மற்றோர் அணுவில் மோதி அங்கும் எலெக்ட்ரானை விடுவித்து, மீண்டும் திசைமாறி அணுவோடு மோதி மோதிச் செல்வது வளைந்த கோடுகளாலும் அம்புக் குறிகளாலும்காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறு விடுவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் ஏற்புவாயை அடைகின்றன. இதனால் அரைக் கடத்தி நேர் மின்னழுத்த நிலையையும், ஏற்பு வாய் எதிர் மின்னழுத்த நிலையையும் அடைகின்றன. இதனால் அரைக்கடத்திக்கும், ஏற்பு வாய்க்குமிடையே ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றுகிறது.

இம்மின் கலங்களில் ஜெர்மேனியம், சிலிக்கான் போன்ற அரைக் கடத்திகளும், ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 போன்ற கதிர் வீச்சுப் பொருளும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இதில் பயன்படும் பீட்டா – துகள்கள் சராசரியாக 2×10^5 எண்ணிக்கையுடைய எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்கின்றன எனக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இம்மின்கலங்கள் தரும் மின்னழுத்த வேறுபாடு 0.1 வோல்ட் அளவுடையதுதான் என்றாலும், எலெக்ட்ரானியல் (Electronics) உயர்வாக வளர்ச்சி பெற்றுள்ள இந்நாளில், இம்மின்னழுத்தம், பல கருவிகளை இயக்கப் போதுமானதாகும். மிகச் சிறிய அளவும், நீண்ட ஆயுளும், நிலையான மின்னழுத்தமும் கொண்ட அணுக்கரு மின்கலங்கள் வருங்காலத்தில் பெரும்பயன் விளைவிக்கும் என எதிர்பார்க்கப் படுகிறது. இக்கலன்களை உருவாக்குவதிலும், செம்மைப் படுத்துவதிலும், தொழிலியல் வழி உருவாக்குவதிலும் ஏற்படும் முன்னேற்றம் மின்கலன்களின் வரலாற்றில் அணுக்கரு மின்கலன்களுக்குச் சிறப்பானதொரு இடத்தைத் தரும் என்பது உறுதி.

கா.வே.சு.

அணுக்கரு மின்னூட்டம்

ஓர் அணுவின் அணுக்கருவில் புரோட்டான் (Proton), நியூட்ரான் (Neutron) என்ற இரு அடிப்

படைத்துகள்கள் (Fundamental particles) உள்ளன. இவற்றில் நியூட்ரான் மின் நடுநிலைத் (Chargeless) துகளாகும். புரோட்டான் ஓரலகு நேர் மின்னூட்டம் பெற்ற துகளாகும். ஓர் அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் (Nuclear charge) என்பது அணுக்கருவில் (Nucleus) உள்ள நேர்மின்னூட்டம் (Positive charge) கொண்ட புரோட்டான்களின் மொத்த மின்னூட்டத் திற்குச் (Total charge) சமம் ஆகும். ஓர் அணுவின் அணு எண்ணை (Atomic number) Z என்றும், அடிப் படை மின்னூட்டத்தின் (Elementary charge) அளவை e என்றும் கொண்டால், அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் Ze என்று கூறலாம். ஏனெனில், அணுஎண் என்பது அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை யாகும்.

அணுக்கரு மின்னூட்டம் என்பது அணுவியலில் (Atomic physics) முக்கியமானதொரு பண்பாகும். அணுக்கரு மின்னூட்டம் பற்றிய ஆய்வுகள் இயற் பியலில் பல அரிய உண்மைகளைத் தெரியப்படுத்தி யிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அணுக்களின் ஆற்றல் மட்டம் (Energy level) பற்றிய அறிவுக்கு அணுக்கரு மின்னூட்டம் துணை செய்கின்றது. இதனால் அணு நிறமாலை பற்றிய உண்மைகளைத் தெளிவுபடுத்திக் கொள்ளமுடிகிறது என்பதைக் குறிப் பிடலாம். இதன் வாயிலாகப் பொருள்களின் வேதி யியல் பண்புகள் (Chemical properties), இயற் பியல் பண்புகள் (Physical properties) ஆகியவற்றை அறிந்து கொள்ளமுடிகின்றது.

அணுக்கரு மின்னூட்ட அளவீடு (Measurement of charge)

அணுக்கரு மின்னூட்டத்தை அளக்க இரண்டு ஆய்வு கள் (Experiments) உள்ளன. ஒன்றிற்கு ''ஆல்ஃபா-துகள் சிதறல் முறை'' (Alpha particles scattering) என்று பெயர். இம்முறையில் எந்தத் தனிமத்தின் (Element) அணுக்கருவின் மின்னூட்டத்தை அளக்க வேண்டுமோ அந்தத் தனிமத்தைப் இலக்காகக் பயன் படுத்தி, ஆல்ஃபா – துகள்களைச் சிதறச் செய்வர். பின், குறிப்பிட்ட கோணத்தில் (Angle) சிதறப்படும் ஆல்ஃபா - துகள்களின் எண்ணிக்கை கண்டுபிடிக்கப் படும். ஆல்ஃபா-துகள்களின் தொடக்க ஆற்றல் (Initial energy) வேறொரு ஆய்வு மூலம் மதிப்பிடப்படும். ரூதர்ஃபோர்டின் வாய்பாட்டை (Rutherford'sformula) பயன்படுத்தி அணுக்கரு மின்னூட்டத்தைக் கணக்கிடு கின்றார்கள்.

மற்றொரு முறைக்கு எக்ஸ்-கதிர் நிறமாலை முறை (X-Ray spectrum method) என்று பெயர். ஒரு தனிமத் தின் சிறப்பு எக்ஸ் கதிரின் (Characteristic X-ray) அதிர் வெண்ணுக்கும் (Frequency), அணு எண்ணுக்கும் இடையே ஒரு தொடர்பு உள்ளது. எந்தத் தனிமத்தி னுடைய அணுக்கருவின் மின்னூட்டத்தை அளக்க வேண்டுமோ அத்தனிமத்தின் சிறப்பு எக்ஸ் – கதிரின் அதிர்வெண்ணை முதலில் கண்டுபிடித்து அதன் மின் னூட்டத்தைக் கண்டறியலாம்.

தனிமங்களின் அட்டவணையில், அணுக்கரு மின் னூட்டத்தைக் கொண்டே தனிமங்கள் வரிசைப்படுத் தப்பட்டிருக்கின்றன. இதனால் தனிம அட்டவணை யில் ஒரு தனிமத்தின் அமைவிடத்தைக் கொண்டு அதன் அணுக்கரு மின்னூட்டத்தை எளிதாக மதிப்பிட முடியும்.

நா. த.

நூலோதி

1. **J.B. Rajam**, *Modern Physics*, Chand & Co, 1970.
2. **Richard P. Feynman Robert B. Leighton, Mathew-Sands** *The Feynman Lectures on Physics*, Addision-Wesley Publishing Company-1969.
3. **A-Klimov**, *Nuclear Physics and Nuclear Reactors* (Translated from the **Russian** by **O. Rudnitskaya**) Mir Publishers: Moscow 1975.

அணுக்கரு மூலக்கூறுகள்

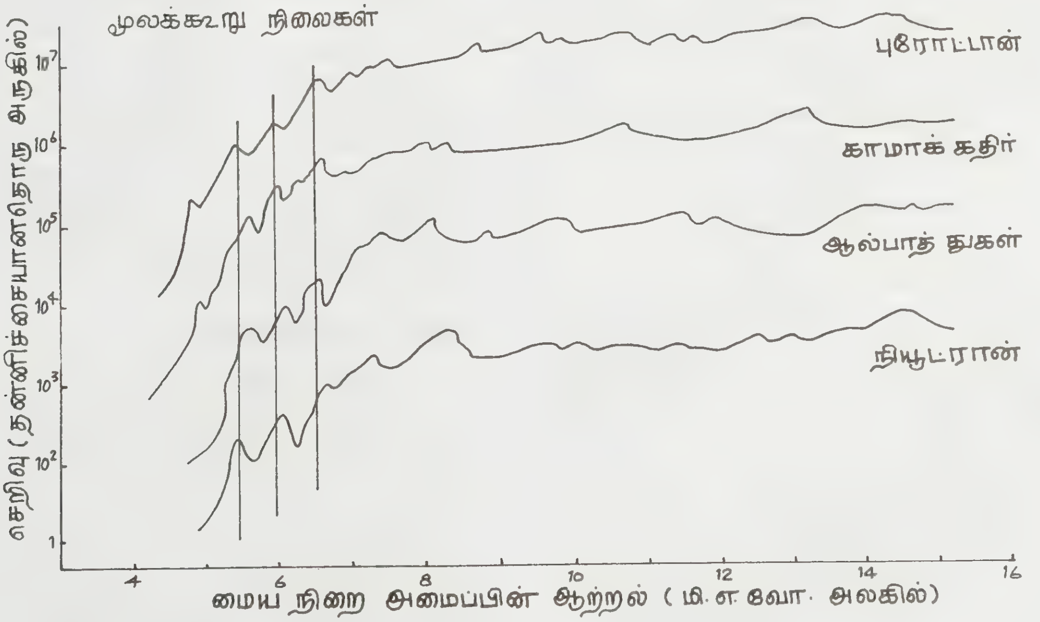
வேதியியலும் உயிரியலும் சார்ந்த நிலையான மூலக்கூறுகள் பல வகையான அணுக்களின் சேர்க் கையாகும். இதில் அணுக்கள் வேதியியல் பிணைப் புகளினால் பிணைவுற்றுள்ளன. அஃது அயனிப் பிணைப்பானாலும் சக பிணைப்பானாலும் (Covalent) அய்ட்ரஜன் பிணைப்பானாலும், அதற்குக் கூலும் விசையே காரணமாக இருக்கின்றது. கூலும் விசை என் பது மின்னேற்றங்களுக்கு இடைப்பட்ட விசையைக் குறிப்பிடுகின்றது.ஓர் அணுவைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான் கள் வட்டப் பாதைகளில் இயங்கி வருவதற்கும் இவ் விசையே காரணம். மின் காந்த விசையே இல்லாமல், இரண்டு அல்லது இரண்டிற்குமேற்பட்ட அணுக்கருக்கள் அவற்றினுடைய தனிச்சிறப்புப் பண்பு ஏதும் பாதிக் கப்படாமல் பலமிக்க அணுக்கரு விசையால்மிகக் குறுகிய காலத்திற்குப் பிணைவுற்றிருக்குமாறு செய்யலாம் என்று இப்போது கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். இவ்வாறு குறுநெடுக்கைத்தன்மையுடைய அணுக்கரு விசையால் தற்காலிகமாகப் பிணைவுற்றுள்ள ஒத்த அல்லது வெவ்வேறு அணுக்கருக்களை மூலக்கூறு என்று குறிப்பிடுகின்றார்கள். இந்த அணுக்கரு மூலக்கூறுகள் இருக்கக்கூடிய வாய்ப்புகளை அணுக்கருக்களை முடுக்கி, உயர் ஆற்றலுடன் மோதலுக்கு உள்ளாக்கிக் கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். இது அடிப்படைத் துகளிடையே ஏற்படும் மோதல்களின் போது உண்டாகும் ஒத்ததிர்வுத் துகள்களைப் (Resonance particles) போன்ற நிகழ்வை ஒரு வகையில் ஒத்திருக் கின்றது எனலாம்.

அணுக்கருக்கள் அனைத்தும், அவற்றிலுள்ள புரோட்டான்கள் காரணமாக நேர்மின்னூட்டம் கொண்டுள்ளன. 10^{-10} மீட்டர் என்ற நெடுக்கைக் குட்பட்ட தொலைவிலிருந்து, முடிவிலாத் தொலைவு வரைக்கும் மின்காந்த விசை மட்டுமே செயல் படுவதால், இரு அணுக்கருக்கள் பொதுவாக ஒன்றை ஒன்று எதிர்த்து விலகிக்கொள்ளுகின்றன. 10^{-15} மீட்டர் என்ற நெடுக்கைக்குட்பட்ட தொலைவுகளில் குறுநெடுக்கைத் தன்மையுடைய அணுக்கரு விசை வலுப்பெறத் தொடங்குகின்றது. இவ்விசை கவர்ச்சி விசையாக இருப்பதால் குறுகிய தொலைவில், அணுக்கரு விசை மின் விலகு விசையையும் மிஞ்சி, அணுக்கருக்கள் இணையத் தூண்டுகின்றது. இந்த அணுக்கருவிசையே அணுக்கரு மூலக்கூறு தோன்று வதற்கும் காரணமான விசையாக இருக்கின்றது.

இயல்பான மூலக்கூறு போல அணுக்கரு மூலக்கூறு ஏற்படலாம் என்பதை முதன் முதலில் புரோம்லே (D.A.Bromley), குகைனர் (J.A.Kuehner), அல்ம் குவிஸ்ட் (E.Almquist) போன்ற அறிவியலறிஞர் கள் தெரிவித்துள்ளனர். கார்பன் அணுக்கருக் களை வேகமூட்டி மோதலுக்கு உட்படுத்தி ஆய்வு செய்து பார்த்த போது இப்புதிய கண்டுபிடிப்பை இவர்கள் கண்டறிய நேரிட்டது. மோதலுக்குப்பின் உருவாகும் கூட்டு அணுக்கருவின் கதிரியக்கத்தை ஆராய்ந்து அப்போது வெளியேறும் துகள்களின் செறி விற்கும், மையநிறை அமைப்பின் (Centre of Mass System) ஆற்றலுக்கும் வரையப்பட்ட வரைபடம் (படம்-1) அணுக்கரு பற்றிய இயற்பியல் உண்மைகளைத் தெளிவாகக் காட்டுவதாக இருக்கிறது.

ஒவ்வொரு வகையான கதிரியக்கத்திற்கும் எண்ணி றைந்த நிகழ்வுகளைப் பதிவு செய்து கொண்டு இவ் வரைபடம் வரையப்பட்டிருக்கின்றது. மைய நிறை அமைப்பில் குறிப்பிட்ட ஆற்றல்களின் போது உமிழப் படும் கதிர்களின் செறிவு பெருமமாக இருக்கின்றது. இதைக் கூலும் மின்னழுத்தத் தடுப்பிற்கு அருகில் சற்றுக் கீழே உள்ள ஆற்றல்-செறிவுக் கோடுகளில் காணப்படுகின்ற எழுச்சி முகடுகளினால் அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. கார்பன்-கார்பன் அமைப்புகள் நீங்கலாகப் பல்வேறு அணுக்கருக்களிடையே ஏற்படும் மோதல்களிலும் இதுபோன்ற ஒத்ததிர்வு நிலைகள் கண்டறியப்பட்டாலும், இதற்கான விளக்கம் இன்னும் தெளிவு பெறப்படாமலேயே உள்ளது.

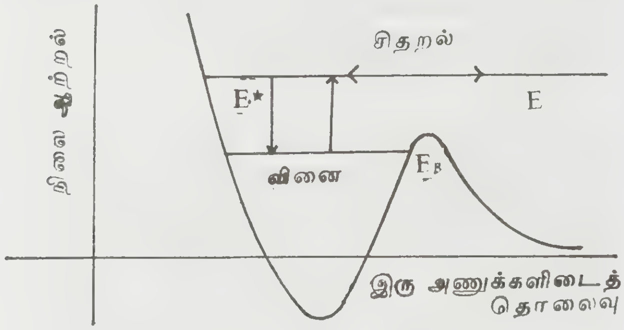
உயர் ஆற்றலுடன் கூடிய அயனிக் கற்றைகளை ஆய்வுக் கூடங்களில் உருவாக்கிக் கொள்ள முடிந்ததின் பயனாக அணுக்கரு இயற்பியலில் புதிய புலங்கள் கிளை விட ஆரம்பித்திருக்கின்றன. இதன் பலனாக, இமானிசி (B. Imanishi), கிரைனர் (W. Greiner), இவர்களுடைய குழுவினர் ஆகியவர்களினால் முதன் முதலில் கருத்து தெரிவிக்கப்பட்ட இரட்டை ஒத்ததிர்வு இயற்பியல் முறைகளுக்கு (Double resonance mechanism) நல்ல சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன. இதன் படி, தாக்கும் அயனி, தாக்கப்படும் இலக்கைச் சுற்றி முதலில் வட்டப்பாதையின் இயக்கம் பெறத் தொடங்கு கின்றது. அப்படிச் செய்யும்போது, அது தன்னுடைய மீட்சியிலாக் கிளர்ச்சியுறு நிலைக்கோ அல்லது இலக்கின் மேல் மட்ட குவாண்டம் நிலைக்கோ தன் ஆற்றலைத் தற்காலிகமாக இழக்கின்றது. இந்த இணக்கமான தொரு சூழ்நிலையில் அந்த இடைக்கால இயக்க



படம் 1

ஆற்றல் இழப்பு அயனியை ஒரு நிலையற்ற தோற்ற வியல் நிலைக்கு (Quasi bound state) உட்படுத்து கின்றது. நிலையற்ற தோற்றவியல் நிலையின் இந்த ஒத்ததிர்வு ஆற்றல், சுற்றுப்பாதை இயக்கஞ் சார்ந்த ஒத்ததிர்வுடன் கலந்து, ஆய்வு மூலம் முன்பு கண்டறிந்த வினை விளைவுகளுக்குக் காரணமாக இருக்கின்றது. படம் 2ஐக் கொண்டு நிலையற்ற தோற்றவியல் நிலை யை விளக்கிக் கொள்ளலாம். E என்ற ஆற்றலுடன் கார்பன் அணுக்கரு, மற்றொரு கார்பன் அணுக்கரு

படம் 2



வைத் தாக்குவதாகக் கொள்வோம். இரு கார்பன் அணுக்கருக்களிடையே உள்ள இடைத் தொலைவிற்கு ஏற்ப மாறுபடும் நிலையாற்றலைப் படம்-2 குறிப்பிடு கின்றது. இது குறுநெடுக்க விசை ஈறிலாத் தொலைவு வரை செயல்படவல்ல மின்காந்த விசை இவற்றின் கூடு தல் ஆகும். அணுக்கரு விசையால் மட்டும் இரு கார்பன் அணுக்கருக்கள் வினைபுரியும்போது அவற்றின் ஆற்றல் குறிப்பிட்ட ஒரு சில ஆற்றல் நிலைகளை மட்டுமே தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளுகின்றது. இதுவே அவ்வமைப் பின் குவாண்டம் நிலையாகும். கார்பன்-கார்பன் அமைப் பில் முதல் ஆற்றல் நிலை 4.43மி.எ.வோ. ஆகும். இதை E* என்று குறிப்பிடலாம். இதன்படி அணுக்கரு விசை யால் வினை புரியும் இரு கார்பன் அணுக்கருக்களில் ஓர் அணுக்கருவிற்கு 4.43 மி.எ.வோ. ஆற்றலை ஊட்டி னால், அது மற்றோர் கார்பன் அணுவுடன் முதல் ஆற்றல் நிலையில் அமைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள் கின்றது எனலாம். எனவே,

$$E - E^* = E_B$$

இதில் E_B என்பது நிலையற்ற தோற்றவியல் நிலையின் ஆற்றலாகும். இந்நிலை சிதைவுறும்போது, இந்தக் கிளர்ச்சி ஆற்றல் மீண்டும் திரும்பப் பெறப்பட்டு, எந்த ஆற்றலுடன் வினை புரிய வந்ததோ அதே ஆற்றலுடன் தாக்குத்துகள் வெளியேறிச் செல்கின்றது (படம்-2)

$$ {}_{12}^{24}mg^* \longrightarrow {}_{11}^{23}Na + {}_{1}^{1}H $$

$$ \longrightarrow {}_{12}^{24}mg + \gamma $$

$$ \longrightarrow {}_{10}^{20}Ne + {}_{2}^{4}He $$

$$ \longrightarrow {}_{12}^{23}mg + {}_{0}^{1}n $$

மூலக்கூறு நிலை சிதைவுறும்போது, முதலில் மக்னீசி யம்-24 (Magnesium-24) என்ற கூட்டு மூலக்கூறு ஏற் படுகின்றது. அது பின்னர் புரோட்டான் காமாக் கதிர், ஆல்பாத் துகள், நியூட்ரான் ஆகியவற்றைத் தான் பெற்றிருக்கும் ஆற்றலுக்கு ஏற்ப உமிழ்கின்றது.

அணுக்கரு மூலக்கூறு பற்றிய ஆய்வுகள், அணுக்கரு நிறமாலையில் (Nuclear Spectroscopy) புதிய புலங்களைத் தோற்றுவித்திருக்கின்றன. இதன் விளைவாக அணுக்கருவிடை மோதல்கள், அவை தொடர்பான இயற்பியல் கொள்கைகள் ஆகியவற்றில் புதிய அணுகுமுறை ஏற்பட்டிருக்கின்றது. நிறைமிகு மூலக்கூறுகளிடையே ஏற்படும் மோதல்களில் இந்த அணைவு மூலக்கூறுகள் சிறந்த பங்கேற்றுள்ளன. அணுக்கரு மூலக்கூறுகள் பொதுவாக இயற்கையில் காணப்படுவதில்லை; என்றாலும் வானவியல் வல்லு நர்கள் சில பெரிய விண்மீன்களில் இவை இயற்கை யாகவே தோன்றியிருக்கக்கூடிய வாய்ப்புகளைச் சுட்டிக் காட்டியிருக்கின்றார்கள். விண்மீன்களின் பிறப்பின் தொடக்க கால கட்டத்தில் பெரிய பெரிய மூலக்கூறு கள் எரிவதில் இவை தொடர்பு கொண்டிருக்கலாம் என்று இவர்கள் கருதுகின்றார்கள்.

மெ.மெ.

D.A. Bromley, *Nuelear Molecules,* Scientific American 239 (6): 58-69 1978.

அணுக்கரு வானூர்தி உந்தம்

அணுக்கரு ஆற்றலை வானூர்திகளை உந்துவதற்குப் பயன்படுத்துவது இன்னும் ஆய்வு நிலையிலேயே உள்ளது. அணுக்கரு வானூர்திகள் நடைமுறைக்கு வரும் நாள் நீண்ட தொலைவிலிருப்பினும் முயற்சிகள் தொடர்ந்து நடைபெற்று வருகின்றன. இதற்குக் கார ணம் ஆற்றலளவில் ஒரு கி.கி. யுரேனியம் எரிபொருள் 1,70,000 கி.கிராம் பெட்ரோலியம் எரிபொருளுக்குச் சமம். இத்தகைய ஆற்றல் மிகுந்த வானூர்திகள் எரி பொருளுக்காகத் திரும்பத்திரும்ப நிலத்திற்கு வரவேண் டிய கட்டாயம் இல்லை. பல நாள்கள் வானில் தங்கு கின்ற வசதி இவ்வூர்திகளில் இருப்பதால், அணுக்கரு நீர் மூழ்கிக் கப்பல்போன்று ஏவுகணைகளைத் தாங்கிச் சுற்றுக்காவல் புரிவதற்கு இவை மிகவும் உதவும்.

கதிர்வீச்சுப் பாதுகாப்பு

சிறப்புகள் நிறைய இருப்பது உண்மையென்றாலும் கூடவே ஒரு பெரிய சிக்கலும் உள்ளது. அணுக்கரு ஆற்றலுடன் நியூட்ரான், காமா போன்ற தீங்கிழைக்க வல்ல கதிர் வீச்சுகள் வெளிவருகின்றன. இக்கதிர் வீச்சுகள் மனித உடலுக்கு ஊறு விளைவிப்பதுடன், வானூர்தியின் கட்டுக்கோப்பையும் நாளடைவில் தகர்த்துவிடும். இதனின்று தப்பிக்க அணுக்கரு ஆற்றல் வெளியிடும் உலையைச் சுற்றி ஒரு பாதுகாப்புச்சுவர் அமைக்கப்பட வேண்டும். சாதாரண நடைமுறை அணுக்கரு வானூர்தி ஒன்றில் ஏறக்குறைய 50டன் அள

விற்கு இப்பாதுகாப்பு அமைப்பு இருக்கும். இந்த எடையினை உந்துவதற்கே ஒரு தனி வானூர்தி வேண்டும். இப்பாதுகாப்பு அமைப்பின் எடையைக் குறைக்க வேண்டுமானால் அணு உலையின் அளவைக் குறைக்க வேண்டும். ஆனால் சிறிய அணு உலைகள் கட்டுமானம் செய்வதில் நிறைய தொழில் நுட்பச் சிக்கல்கள் உள்ளன. மேலும் சிறிய உலைகள் குறைந்த வாழ்வுக் காலமும் நம்பிக்கையற்ற செயல் திறனும் உடையன. இருவேறுபட்ட நியூட்ரான் காமா-கதிர்களைத் தவிர்க்க பல்வேறுபட்ட பருப்பொருள்களை உள்ளடக்கிய அதிக தடிமன் உள்ள கற்காரைக் கட்டிடம் அமைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய அமைப்பு வானூர்திகளுக்குப் பொருந்தி வராது.

பாதுகாப்புச்சுவர் அமைப்பதில் இருவேறு முறைகள் தற்பொழுது உள்ளன. (i) அணுக்கரு உலையைச் சுற்றி அமைப்பது (ii) அணுக்கரு உலையுடன் மட்டுமல்லாமல் ஓட்டுநர் அறையையும் சுற்றி அமைப்பது. பின்னர் குறிப்பிட்ட முறையில் எடைக்குறைப்பு அதிகம் செய்ய வாய்ப்பு உள்ளது. லாக்கீட் வானூர்திக் கழகத்தின் திட்டபடி 200டன் எடையுள்ள வானூர்திகள் அமைக்க முடியும் என்று நம்பப்படுகிறது.

அணுக்கரு இயந்திரம் வேலை செய்யும் விதம்

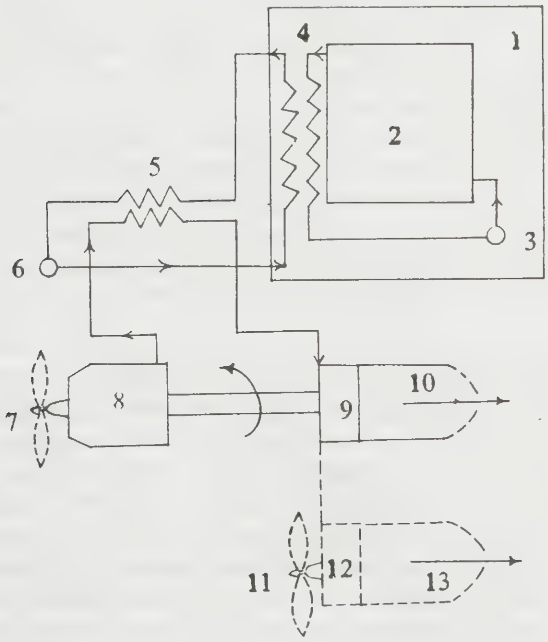
அணுக்கரு இயந்திரம் என்பது ஓர் எளிய வெப்ப இயந்திரத்தைப் போல் வெப்ப ஆற்றலை இயக்க ஆற்றலாக மாற்றக்கூடியது. பொதுவாக அணுக்கரு இயந்திரத்தின் அடிப்படைப் பகுதிகளாவன: (i) வெப்ப மூலம் (ii) வெப்பப் பரிமாற்றி (iii) ஆற்றல் உறிஞ்சி (iv) கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி (v) கதிர்வீச்சுப் பாதுகாப்பு அமைப்பு.

அணுக்கருப் பிளப்பில் கிடைக்கும் வெப்பம், காற்று, உலோகம் அல்லது தண்ணீர் போன்ற பாய்பொருளுக்கு மாற்றப்படுகிறது. வெப்பப்படுத்தப்பட்ட பாய்பொருள் பீற்றுவளியால் இயங்கும் டர்போப்ராப், டர்போஜெட், அல்லது ராம்ஜெட் இயந்திரத்தின் விசையாழிகளை இயக்கப் பயன்படுகிறது. அணுக்கரு உலையின் வெப்பத்தைத் தேவைக்கு ஏற்ப மாற்றுவதற்குக் கட்டுப்பாடுகள் உள்ளன. வானூர்தியின் பகுதிகளையும், ஓட்டுநர்களையும் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தாமல் இருக்கப் பாதுகாப்பு அமைப்பு உள்ளது.

அணுக்கரு இயந்திரங்கள்:

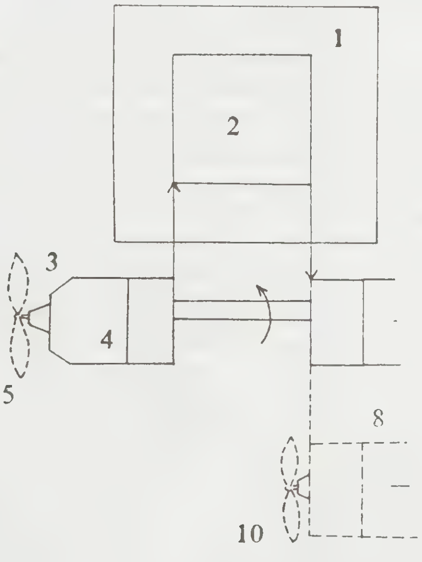
மேற்கூறிய பகுதிகள் எல்லா வானூர்திகளுக்கும் பொதுவானவை. இருப்பினும் இயந்திரத்தைப் பொறுத்த அளவில் இரு வகைகள் உள்ளன. திட்டத்தின்படி அவை திறந்த காற்றுச் சுற்றுமுறை (படம்1-), மூடிய நீர்மச் சுற்றுமுறை (படம்-2) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

திறந்த காற்று சுற்றுமுறை



படம் 1

1. பாதுகாப்புச் சுவர்
2. அணுக்கரு உலை
3. உலைக்குழாய்ப் பொறி
4. இடைநிலை வெப்ப பரிமாற்றி
5. வெப்பம் பரப்பும் அமைப்பு
6. வெளிச்சுற்றுக் குழாய்ப் பொறி
7. டர்போப்ராப் இணைப்பு
8. அழுத்தும் கருவி
9. விசையாழி
10. வெளியேற்றும் ஜெட்
11. டர்போஜெட், காற்றியற்றி (விருப்ப இணைப்பு)
12. ப்ராப் விசையாழி
13. வெளியேற்றும் ஜெட்



படம் 2

1. பாதுகாப்புச் சுவர்
2. அணுக்கரு உலை
3. காற்று உள்ளே
4. அழுத்தும் கருவி
5. டர்போப்ராப் இணைப்பு
6. விசையாழி
7. வெளியேற்றும் ஜெட்
8. ப்ராப் விசையாழி
9. வெளியேற்றும் ஜெட்
10. டர்போஜெட், காற்றியற்றி (விருப்ப இணைப்பு)

திறந்த காற்றுச் சுற்று முறையில் சாதாரண டர்போ ஜெட் இயந்திரத்தில் உள்ளது போல் நன்கு அழுத்தப் பட்ட காற்று அணுக்கரு உலை வழியே செலுத்தப்பட்டு வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. வெப்பமடைந்த காற்று விசையாழியை இயக்கி விரிவடைந்து வெளியேறுகிறது உலை வழியாகவும் கதிர்வீச்சுப் பாதுகாப்பு அமைப்பின் வழியாகவும் காற்று செல்லவேண்டியிருப்பதால், காற் றிற்குத் தேவையான பாய்வுப் பரப்பு அனுமதிக்கப்பட வேண்டும். பாய்வுப் பரப்பு அதிகமானால் பாதுகாப்பு அமைப்பு பெரியதாக இருக்கவேண்டும். அதிக உட்பரப்பு உள்ள உலைகளில் யுரேனியம் எரிபொருள் பெருமளவு தேவைப்படுகிறது. இயல்பான இயந்திரங்களைக் காட்டிலும் சற்றுக் கூடுதலாகவே காற்றழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டுப் பாய்வுப் பரப்பைக் குறைக்க முயற்சி கள் எடுக்கப்பட்டபோதிலும், சிறிய உலையையும், குறைந்த எடையுள்ள பாதுகாப்பு அமைப்பையும் பெறுவதில் தொழில் நுணுக்க இடையூறுகள் உள்ளன. இத்தகைய இயந்திரம் அதிவேக வானூர்திகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமாக இருக்கும்.

மூடிய நீர்மச் சுற்று முறையில் நீராவி அல்லது நீர்மம் ஒன்று அணுக்கரு உலையினால் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு விசையாழியை இயக்கிப் பின்னர் விரிவாக்கமடை கிறது. வெளிவரும் பாய்பொருளைக் குளிர்வித்து மீண்டும் உலையின் கொதிகலத்திற்கு அனுப்ப, அங்கு அது மற்றுமொறு சுற்றுக்குப் பயன்படுகிறது. இம் முறையில் உலை வழியே செல்லும் நீர்மப் பொருள் கதிர்வீச்சைப் பெறக்கூடிய நிலையிலிருப்பதால் அதற்கும் பாதுகாப்பு செய்தல் வேண்டும். குறிப்பாக நீர் உலோகங்கள் கதிர்வீச்சினை இயந்திரத்தின் மற்ற பகுதிகளுக்குக் கொண்டு வருவதைத் தடுக்க ஓர் இடை நிலை வெப்பப் பரிமாற்ற அமைப்பு தேவைப்படுகிறது. ஹீலியம் வெப்ப ஏற்புப் பாய்பொருளாக இருப்பின், இவ்வமைப்பைத் தவிர்க்கலாம். இம்முறையில் எடைக்குறைப்பு அதிகம் செய்யலாம். அத்துடன் இதில் அணுக்கரு உலை இயந்திரத்திலிருந்து தனிப் படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. எனவே, வானூர்தி ஒருகால் விழுந்து சிதறும் நிலையில் அணுக்கரு உலை பாது காப்புக் கூட்டில் தனியாக இருப்பதால் கதிர்வீச்சு பரவும் கெடுவாய்ப்பு குறைகிறது. இந்த நன்மை முதல் முறையில் கிடைப்பதில்லை.

ஆய்வுகளும் வளர்ச்சியும்

1946இலிருந்து 1960வரை அமெரிக்க விமானப் படையும், அணு ஆற்றல் கூட்டமைப்பும், எண்ணற்ற ஆராய்ச்சிகளையும், முன்னேற்ற வேலைகளையும் செய்துள்ளன. இருப்பினும் ஆயுதம் வெளியிடுவதில் ஏவுகணையைக் காட்டிலும் இவ்வூர்தி சிறப்பாக இருக்க முடியாதாலால், இவ்வூர்தி அமைப்பு வேலைகள் சற்று மந்தமாகவே நடைபெறுகின்றன. மேலும் வேதியியல் எரிபொருளைப் பயன்படுத்தும் இயந்திரங்களைப்போல் வேகம், உயரம் இவற்றைப் பெறுவதில் இத்தகைய ஊர்திகள் சிறப்பாக இல்லை. அதனால் எல்லை ஒன்றே குறிப்பாக உள்ள இடங்களில் இவ்வூர்திகள் மிகவும் பயன்படும். 1968இல் C-5A என்ற 450டன் எடையுள்ள அணுக்கரு வானூர்தி அமைக்கப்பட்ட வுடன் பயணமுறையில் இவ்வகை ஊர்திகளைப் பயன் படுத்துவதற்கான திட்டங்கள் பெருகியுள்ளன.

அமெரிக்கா, ரஷியா போன்ற முன்னேறியுள்ள நாடுகள் இத்தகைய வானூர்திகளை அமைப்பதில் ஆர்வம் காட்டி வருகின்றன என்றாலும், போர்ப்படைச் செய்திக் கட்டுப்பாடு காரணமாக, நமக்கு இத் துறையைச் சார்ந்த முன்னேற்றச் செய்திகள் சரிவரக் கிடைப்பதில்லை.

சீ. ரா.

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, 1981.

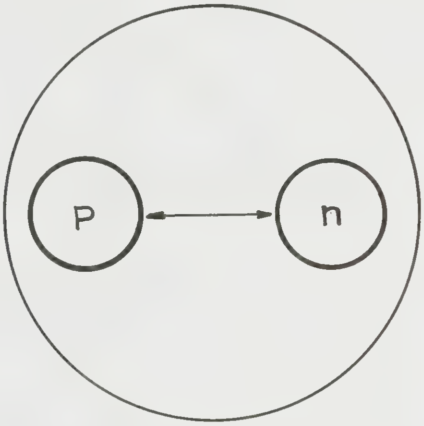
அணுக்கரு விசைகள்

அணுக்கருவில் இருக்கும் அடிப்படைத் துகள்களை நிலையான அணுக்கருவாக ஒன்று சேர்த்துப் பிணைத் திருக்கும் ஒரு வகை விசை அணுக்கரு விசை (Nuclear force) எனப்படும். அணுக்கருவிற்குள் (^1_1H அய்ட் ரசனைத் தவிர) நேர்மின்னேற்றமுள்ள புரேட்டான் களும் மின்னேற்றமில்லாத நியூட்ரான்களும் இருக் கின்றன. ஒத்த மின்னேற்றங் கொண்ட துகள்கள் விலக்கு விசையினால் (Repulsive force) ஒன்றுக் கொன்று விலகிச் செல்லுமே தவிர, ஒன்றோடொன்று சேர்ந்திருக்கமுடியாது. அதோடு, மின்னேற்றம் இல் லாத நியூட்ரான்கள், நியூட்ரான்களோடும் புரோட் டான்களோடும் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இயல் புக்கு மாறுபட்ட இவற்றை விளக்கிக்கொள்ள அணுக் கரு விசைப்பற்றி அறிதல் இன்றியமையாததாகும்.

அணுக்கருத்துகள்களுக்கு இடையேயுள்ள பிணைப்பு விசைகள் (Binding forces) இரண்டிரண்டு துகள்களுக்கி டையேயுள்ள விசையாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. அதாவது, ஒரு நியூட்ரானுக்கும் ஒரு புரோட்டானுக் கும் இடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசைகள் (n—p) (Attractive forces). இரண்டு புரோட்டான்களுக் கிடையே உள்ள கவர்ச்சி விசைகள் (p—p) (Attractive forces), இரண்டு நியூட்ரான்களுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசைகள் (n—n) (Attractive forces) எனப் பிரித்து ஆராயப்படுகின்றன. அணுக்கரு விசைகள் குறுகிய நெடுக்க விசைகள் (Short range forces) ஆகும். அதாவது, மிகக் குறைந்த தொலைவுகளுக்கிடையே (10^{-15} மீ அல்லது 1 ஃபெர்மி) செயற்படும் விசைகள் ஆகும். அதாவது இந்தப் பிணைப்பாற்றல் (விசை) அணுக்கருக்குள்ளேயுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கைக்கு

நேர்விகிதத்தில் இருக்கிறது. இதற்குக் காரணம் நியூக் ளியான்களுக்கிடையேயுள்ள விசைகளின் தெவிட்டு நிலைப்பண்பு (Saturation character) எனக் கூறப்படு கிறது. அதாவது, ஒவ்வோர் அணுத்துகளும் அதற் கடுத்து மிக அருகிலுள்ள அணுக்கருத் துகள்களையே (Nucleons) ஈர்க்கின்றது. தொலைவிலுள்ள மற்ற துகள்களை ஈர்ப்பதில்லை.

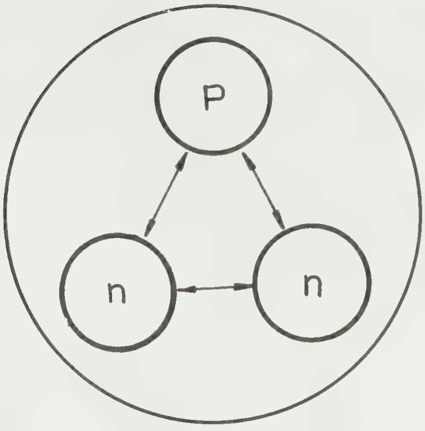
அணுக்கருவில் புரோட்டான்-நியூட்ரான் (p—n), புரோட்டான்-புரோட்டான் (p—p), நியூட்ரான்-நியூட் ரான் (n—n) கவர்ச்சி விசைகள் இருப்பதைச் சில எளிய அணுக்கருக்களை எடுத்துக்கொண்டு மெய்ப்பிக்கலாம். ஒரு புரோட்டானும், ஒரு நியூட்ரானும் கொண்ட டியூட்ரானின் (Deuteron) ஒப்புமை நிலைத்தன்மை (Relative stability) (p—n) விசை குறிப்பிடத்தக்க மதிப்பைப் பெற்றுள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது (படம்-1). மேலும் ஒரு டிரிட்டிரியம் (Tritrium-T_3) அணுக்கருவை உருவாக்க டியூட்ரானும் ஒரு நியூட் ரானும் சேர்க்கப்படும்பொழுது, ஒரு ஹீலியம் (Helium—$^2He_3$) அணுக்கருவைக் கொடுக்க ஒரு புரோட்டானைச் சேர்ப்பதாலும் பிணைப்பாற்றல்



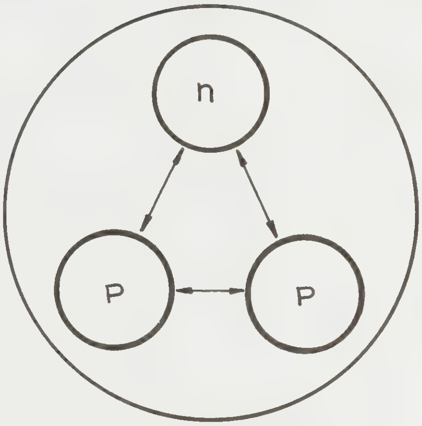
படம் - 1

குறிப்பிடத்தக்க அளவு மிகுதியாகிறது. இதற்குக் காரணம் முறையே (n—n) கவர்ச்சி விசையும், (p—p) கவர்ச்சி விசையும் ஆகும். டிரிட்டிரியம் அணுக் கருவில் ஒரு புரோட்டானும் இரண்டு நியூட்ரான் களும் இருப்பதால் அதில் இரண்டு (p—n) விசைகளும், ஒரு (n—n) விசையும் இருப்பதாகக் கொள்ளப்படு கிறது (படம்-2). இதுபோல் ஒரு ஹீலியம் அணுக் கருவில் இரண்டு புரோட்டான்களும் ஒரு நியூட்ரானும் இருப்பதால் அதில் இரண்டு (p—n) விசைகளும் ஒரு (p—p) விசையும் இருப்பதாகக் கொள்ளப்படுகிறது (படம் - 3). டிரிட்டிரியத்தின் பிணைப்பாற்றல் 8,·48 மி.எ.வோ — மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட்) (MeV) ஆகும். ஹீலியத்தின் ($^2He_3$) பிணைப்பாற்றல் 7.72 மி.எ.வோ. ஆகும்.

டிரிட்டிரியத்திலுள்ள விசைகளையும், ஹீலியத்தி லுள்ள விசைகளையும் ஒப்பிட்டால், டிரிட்டிரியத்தி



படம்- 2



படம் - 3

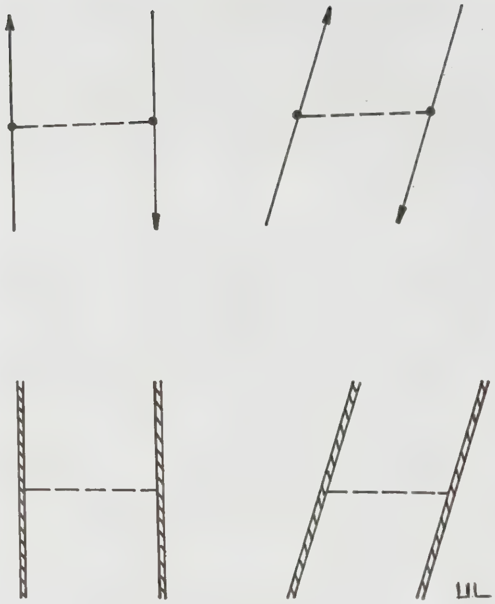
லுள்ள (n—n) இடைவினை, ஹீலியத்திலுள்ள ($^2He_3$) (p—P) இடைவினையை இடமாற்றம் செய்கிறது. டிரிட்டிரியத்தின் பிணைப்பாற்றல் (8.48 மி.எ.வோ) ஹீலியத்தின் பிணைப்பாற்றலை (7.72 மி.எ.வோ) விட 0.76 மி.எ.வோ. மிகுந்திருப்பதால் அணுக்கருவில் (p—p) விசையைவிட (n—n) விசை சிறிதளவு பெரி தாக இருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. இருப்பினும் நியூட் —ரான்-நியூக்ளியான் கவர்ச்சி விசைகளோடு கூட இரண்டு புரோட்டான்களுக்கிடையேயுள்ள இடை வினைகள் ஒரு நிலைமின் விலக்கு விசையைக் (Force of electrostate repulsion) கொண்டுள்ளது. இந்த விலக்கு விசையைத் தவிர்த்துப் பார்த்தால், இரண்டு நியூட்ரான்களுக்கிடையே உள்ள கவர்ச்சி (அணுக்கரு) விசைகளும், இரண்டு புரோட்டான்களுக்கிடையே யுள்ள கவர்ச்சி விசைகளும் ஒன்றாக இருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. இந்த முடிவு மின்னேற்றச் சமச்சீர் (Charge symmetry) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

1936-இல் ஜி. பிரிட் (G. Breit), E. U. காண்டன் (E.U. Condon), ஆர்.டி. பிரெசன்ட் (R.D. Present) ஆகியோர் ஓர் இலக்கிலுள்ள (Target) நியூக்ளியான் களினால் வெவ்வேறு ஆற்றல்களைக் கொண்ட நியூக்ளி யான்களைச் சிதறடித்துச் செய்யப்பட்ட சிதறல் ஆய்வு

களிலிருந்து (Scattering experiments) ஒரு நியூட்ரானுக்கும் ஒரு புரோட்டானுக்கும் இடையே உள்ள அணுக்கரு விசையும், இரண்டு நியூட்ரான்களுக்கிடையே உள்ள அணுக்கரு விசையும், இரண்டு புரோட்டான்களுக்கிடையேயுள்ள அணுக்கரு விசையும் ஒரே அளவு என முடிவு கட்டினார்கள். அதாவது இரண்டு புரோட்டான்களில் நிலைமின் விலக்கு விசையைத் தவிர்த்துப் பார்த்தால் (n—p), (p—p), (n—n) விசைகள் சமமானவை ஆகும், இது நியூக்ளியான் விசையின் (Nucleon force) மின்னேற்றம் சார்பற்ற தன்மை கோட்பாடாகும் (Principle of charge Independence). பெரிலியம் (Be_{10}), போரான் (B_{10}) போன்ற ஒரே அணு நிறையைக் கொண்ட சில அணுக்கருக்களின் (Isobaric nuclides) பிணைப்பாற்றல்களை ஒப்பிடும்போது அணுக்கரு விசைகள் மின்னேற்றச் சார்பற்றவை (Charge independent) என்பதை உறுதிப்படுத்துகின்றன.

மிதமான ஆற்றலுள்ள துகள்களுக்கு, அவற்றின் இயல்பு எத்தன்மைத்தாயினும், இடை நியூக்ளியான் விசைகள் (Inter - Nucleon forces) மின்னேற்றச் சார்பற்றவை என்பதும், இந்தவிசைகள் எந்த ஓர் இணை நியூக்ளியான்களுக்கும் ஒரே அளவாக இருக்கின்றன என்பதும், இப்போது பொதுவாக ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. அணுக்கருவிசை நியூக்ளியான்களினுடைய தற்சுழற்சிகளின் (Spins) திசைகளைப் பொறுத்திருக்கிறது. இரண்டு நியூக்ளியான்களுக்கிடையேயுள்ள நடுவிசை தற்சுழற்சியைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஒரே புரோட்டானும், ஒரே நியூட்ரானும் கொண்ட ஒரு ட்யூட்ரான், இணைச் சுழற்சிகளைப் பெற்று மொத்த தற்சுழற்சி ''ஓர் அலகாக''க் (One Unit) கொண்டு நிலைத்த தன்மையுடையதாக இருக்கிறது. மேலும் புரோட்டான்களைக் கொண்டு செய்யப்படும் நியூட்ரான் சிதறல், ஆர்த்தோ-பாரா அய்ட்ரஜன் (Ortho-para hydrogen) மூலக்கூறினால் நியூட்ரான்களைச் சிதறடித்தல் போன்ற ஆய்வுகளிலிருந்து நியூக்ளியான் விசைகள் தற்சுழற்சியைப் பொறுத்திருக்கின்றன என்பது தெளிவாகப் புலனாகிறது.

மேலும் ட்யூட்ரானின் காந்தப் பண்புகளைப் புரோட்டான்-நியூட்ரான்களுக்கிடையே டென்சார் விசை (Tensor force) இருப்பதாகக் கருதியே விளக்க முடிகிறது. இந்த டென்சார் விசையின் அளவு நியூக்ளியான்களைச் சேர்க்கின்ற கோட்டைப் பொறுத்துத் தற்சுழற்சி அச்சுகளின் (Spin axes) திசைகளைச் சார்ந்ததாகும் (படம் 4). அணுக்கரு விசையைப் பற்றிய சிக்கலை அவிழ்ப்பதற்கு 1935 இல் யுகாவா (H.Yukawa) என்ற ஜப்பானிய அறிவியல் அறிஞர் வெளியிட்ட, நியூக்ளியான் விசைகளை மின் காந்த விசைகளோடு ஒப்பிடுவதாகிய கருத்து, நியூக்ளியான் விசைகளைப் பற்றிய சிக்கலைத் தீர்ப்பதில் ஓரளவு வெற்றி கண்டது. ஒரு மின்னேற்றத் துகளைச் சுற்றியுள்ள மின்காந்தப் புலத்திற்கு 'குவாண்டம்' விசை இயலைப் பயன்படுத்தி ஒரு



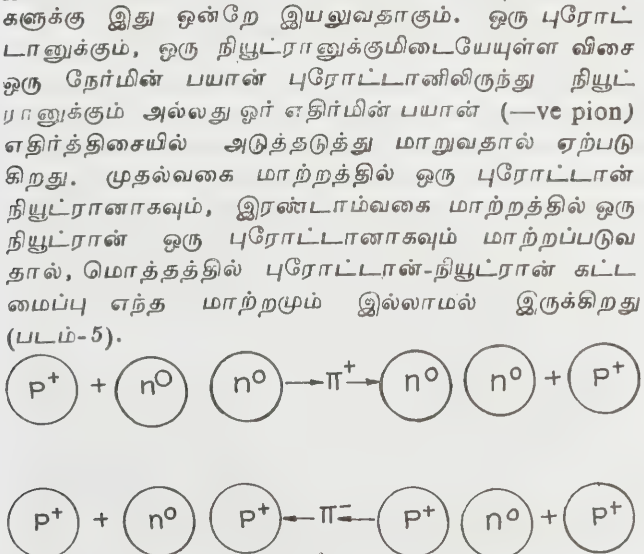
படம்-4

மின்னேற்றப் பொருளிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு ஒரு ஃபோட்டான் (Photon) மாற்றப்படுவதால் மின்விசை (Electrical forces) செயல்படுத்தப்படுகின்றது என்ற கருத்தை வெளியிட்டார். இந்த ஃபோட்டான், மின் காந்தப் புலத்தின் புலத்துகள் (Field particle) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதே முறையில் நியூக்ளியான்களுக்கிடையே நிகழும் வலுவான இடைவினைகளை ஒரு புலத்துகளைக் கொண்டு விளக்கலாம் என்று யுகாவா நினைத்தார். அலைவிசையில் தொடர்பினைக் (Wave mechanical relationship) கொண்டு இந்தப் புனைவுத்துகளின் (Hypothetical particle) தோராய நிறை (m) எலக்ட்ரான் நிறையைப் போல் 200 மடங்கு இருக்குமெனக் கண்டார்.

இப்போது மியூயான் (Muon) என்றழைக்கப்படும் இத்துகள் எலக்ட்ரான் நிறையைப் போன்று 200 மடங்கு கொண்டது. இந்தத் துகள்கள் 1936 இல் அண்டக்கதிர்களில் (Cosmic rays) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. 10 ஆண்டுகளுக்கு மேலாக இந்தத் துகளே யுகாவா புலத்துகளாகக் கருதப்பட்டது. என்றாலும் 1947 இல் ஈ.ஃபெர்மி (E.Fermi), இ. டெல்லர் (E. Teller), வெயுச்காஃப் (F. Weisskoff) ஆகிய அறிவியலாரும், எம். கனவ்சி (M. Conowsi), இ. பான்சினி (E. Pancini) ஆகிய இத்தாலிய அறிவியலாரும் செய்த ஆராய்ச்சியின் பயனாக வலிமை நிறைந்த நியூக்ளியான் விசைகளுக்கு இந்தத் துகள், புலத்துகள் ஆவதற்கான இடைவினை மிகமிக வேகம் குறைந்தது எனக் கண்டறிந்தனர். சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு சாகதா (S. Sakata), அய்னு (T. Inowe) ஆகியோர் ஜப்பானிலும், H. A. பெத்தே (H.A. Bethe), R. E. மார்சாக் (R. E. Marshak) ஆகியோர் அமெரிக்காவிலும் மியூயானை விடப் பளுவான மற்றொரு துகள் உள்ளது என்றும், நியூக்ளியான்களுக்கிடையேயுள்ள விசைகளை

விளக்குவதற்குத் தேவையான பண்புகளை இந்தத்துகள் கள் பெற்றுள்ளன என்றும் தனித்தனியே கருத்துரைத்த னர். இந்தத் துகள்கள் தனித்த நிலையில் ஒருசில 10^{-8} நொடிகளில் ஒரு மியூயானாக மாறிவிடும் என்றும் கணக்கிடப்பட்டது. இப்பொழுது இத்துகள் பை-மெசான் (Pi-meson) அல்லது பயான் (Pion) என்றழைக் கப்படுகின்றது. இவையும் அண்டக்கதிர்களில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. நேர்மின், எதிர்மின், நொதுமின் (Neutral) தன்மை கொண்ட இந்தப் பயான் எலக்ட் ரான்களைப் போல் 270 மடங்கு நிறை உடையது. அதோடு மியூயானைப் போலன்றி இந்தத் துகள் பருப் பொருளோடு (Matter) உடனடியாக இடைவினை புரிகிறது. மேலும் நியூக்ளியான் விசைகளுக்கான புலத் துகளுக்குரியதற்சுழற்சி (Spin) சமச்சீர்ப்பண்பு (Parity) ஆகிய மற்ற பண்புகளையும் பெற்றுள்ளது.

பை மெசானை (π-Meson) அடிப்படையாகக் கொண்ட நியூக்ளியான் விசைகளின் கொள்கை என்பது, ஒவ்வொரு நியூக்ளியானைச் சூழ்ந்தும் ஒரு மெசான் புலம் (Meson field) இருக்கிறது என்றும், மின்னேற்றப் பொருள் ஒன்று மற்றொரு மின்னேற்றப் பொருளுடன் மின்காந்தப் புலத்தின் வழியே செயல்படுவது போல, இந்த மெசான் புலத்தின் வழியாகவே நியூக்ளியான் நியூக்ளியான்களுடன் இடைவினை புரிகிறது என்றும் கூறுவதாகும். ஒரு துகளிலிருந்து மற்றொரு துகளுக்குப் பயான் மாற்றப்படுவதால் இரண்டு நியூக்ளியான்கள் போதுமான அளவு மிக அருகாமையில் (1.5×10^{-15} மீ. -க்குள்) இருக்கும்போது இரண்டுதுகள்களுக்கிடையே ஒரு கவர்ச்சி விசை செயல்படுத்தப்படுகிறது. இது நியூக்ளி யான் விசையின் குறுகிய நெடுக்கப்பண்பை (Short range) character) விளக்கும். மின்னேற்றத்தைத் தவிர்த்தால் இந்த இரண்டு நியூக்ளியான்களுக்கிடையுள்ள கவர்ச்சி, நொதுமின் பயான் (Neutral pion) ஒரு நியூக்ளியானி லிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாறுவதால் ஏற்படுகின்றது. இரண்டு நியூட்ரான்கள் அல்லது இரண்டு புரோட்டான் களுக்கு இது ஒன்றே இயலுவதாகும். ஒரு புரோட் டானுக்கும், ஒரு நியூட்ரானுக்குமிடையேயுள்ள விசை ஒரு நேர்மின் பயான் புரோட்டானிலிருந்து நியூட் ரானுக்கும் அல்லது ஓர் எதிர்மின் பயான் (—ve pion) எதிர்த்திசையில் அடுத்தடுத்து மாறுவதால் ஏற்படு கிறது. முதல்வகை மாற்றத்தில் ஒரு புரோட்டான் நியூட்ரானாகவும், இரண்டாம்வகை மாற்றத்தில் ஒரு நியூட்ரான் ஒரு புரோட்டானாகவும் மாற்றப்படுவ தால், மொத்தத்தில் புரோட்டான்-நியூட்ரான் கட்ட மைப்பு எந்த மாற்றமும் இல்லாமல் இருக்கிறது (படம்-5).



படம் 5

தற்செயலாக, நேர்மின், எதிர் மின், நொதுமின் பயான்கள் இருப்பது நியூக்ளியான் விசை மின்னேற்றத் தைப் பொறுத்ததன்று என்பதை விளக்குகிறது. புரோட்டான், நியூட்ரான் இரண்டுக்கும் தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண் (Spin quantum number) $\frac{1}{2}$ ஆக இருப்பதால், தற்சுழற்சிக்கோண உந்தத்தின் மாறாத் தன்மை பை-மெசானின் தற்சுழற்சி 1 அல்லது பெரிதும் விரும்பத்தக்க நிலையில் 0 ஆக இருக்கவேண்டும் என்று வற்புறுத்துகிறது. இதில் வியப்புக்குரிய செய்தி என்ன வென்றால் ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையில் கண்ட தற் சுழற்சியின் மதிப்பு சுழி ஆகும்.

நியூக்ளியான் விசைகளைப் பற்றி முழுவதும் தெரிந்து கொள்வதற்கு ஆராய்ச்சியிலிருந்து கிடைத்த சில தகவல்களின் அடிப்படையில் அப்படிப்பட்ட விசை களின் அளவினைக் கணக்கிடுவதாகும். இந்த அளவில் மெசான் கொள்கை அந்த அளவுக்கு வெற்றியளிக்க வில்லை. 1935 இல் உருவாக்கப்பட்ட மெசான் புலக் கொள்கையில் போதிய அளவு முன்னேற்றம் ஏற்படாத தற்குக் கரணியங்கள் இரண்டு. ஒன்று மின் காந்த விசைகளைவிட அணுக்கரு விசைகள் மிகவும் சிக்கலான வையாகும். மற்றொன்று நியூக்ளியான் கவர்ச்சிக்கான குவாண்டம் — விசையியல் (Quantum Mechanics) சமன்பாடுகளைத் தீர்ப்பதிலுள்ள மிகப்பெரிய கணக்குத் தொல்லையுமாகும். பெரும்பாலான மெசான்-கொள்கை கணக்கீடுகள் ஒரு பயான் மாற்றத் தையே (One-pion transfer) அடிப்படையாகக் கொண் டன. அதாவது, இடைவினை நிகழும் நியூக்ளியானுக் கிடையே ஒரே ஒரு பயான் மட்டுமே பரிமாறிக் கொள் ளப்படுகின்றது என்று கற்பிதம் செய்யப்படுகின்றது. ஒரு பயான்-மாற்ற அணுகுமுறை, நியூக்ளியான் இடை வினையில் இரண்டு முதன்மையான பண்புக் கூறுகளுக்கு வழி வகுக்கிறது. ஒன்று தற்சுழற்சியைச் சார்ந்த நடு விசை. மற்றொன்று பண்பன்விசை (Tensor force). இவை பை-மெசானின் சுழி தற்சுழற்சி (Zero spin), ஒற்றைப்படை (எதிர்க்குறி) சமச்சீர்ப்பண்பு (Odd Negative parity) ஆகியவற்றின் விளைவாகும்.

நியூக்ளியான்கள் நெருங்கி வராத ஒரு பயான் மாற்றல் கொள்கையைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்பட்ட டியூட்ரானின் பிணைப்பாற்றல், டியூட்ரானின் நான் முனைத் திருப்புத்திறன் (Quadrupole moment), மித ஆற்றல்களில் நியூக்ளியான்களால் ஏற்படும் பயான்கள், நியூக்ளியான் ஆகியவற்றின் சிதறல், நேர்மின் பயான் களின் ஒளி உற்பத்தி போன்ற ஆராய்ச்சிகளில் செய்யப் யப்பட்ட ஒரு-பயான் கணக்கீடுகள், இணைப்பு மாறி லிக்கு (Coupling constant) கிட்டத்தட்ட ஒத்த மதிப்பு களைக் கொடுக்கின்றன. இந்த ஒற்றுமை மெசான் புலக்கொள்கை சரியான வழியில் செல்கிறது என்பதை உணர்த்துகிறது.

கருத்தில் கொள்ளவேண்டிய நியூக்ளியான் விசை களின் எஞ்சியுள்ள இரண்டு பண்புக்கூறுகள், நியூக்ளி யான்கள் நெருங்கி வரும்போது அவற்றிற்கிடையே

யுள்ள விலகலும், தற்சுழற்சி-சுற்றுப்பாதை விசைகளும் ஆகும். யுகாவா தன்னுடைய புலக்கொள்கையை விளக்கிக் கூறுவதற்கு முன்னமேயே 1932 இல் எயிசன் -பர்க் (W. Heisenberg) என்ற அறிஞர் புரோட்டான் களுக்கும், நியூட்ரான்களுக்கும் இடையேயுள்ள கவர்ச்சி, விலக்கு இடைவினைகளை, ஒரு நியூக்ளியானிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு ஓர் எலக்ட்ரான் அல்லது பாசிட்ரான் போன்ற ஒரு மின்னேற்ற மாற்றத்தினால் விளையும் பரிமாற்று விசைகளின் (Exchange forces) அடிப்படை யில் விளக்கினார். மெசான் கொள்கையில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியின் காரணமாக, புரோட்டான்களுக்கும், நியூட்ரான்களுக்கும் இடையே மின்னேற்றமுள்ள மெசான்களும், நொதுமின் மெசான்களும், பரிமாற்றம் ஏற்படுவதன் விளைவாகப் பலவகை பரிமாற்ற விசை களும், சாதாரண (கவர்ச்சி) விசைகளும் கருத்தில் கொள்ளப்பட்டன.

பரிமாற்ற விசைகளைக் கருத்தில் கொள்கிற இந்தச் சூழ்நிலையில் நியூக்ளியான்களில் விலக்கு உள்ளகம் (Repulsive core) இருப்பதில்லை எனப் பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. என்றாலும், 1951 இல் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த R. ஜாஸ்ட்ரோ (R. Jastrow) என்பவர் தாழ் ஆற்றல்களில் (Low energies) போதுமானதென்று தோன்றிய பரிமாற்ற விசைகள் 300 மி.எ.வோ.க்கு மிகுதியான ஆற்றல்களில் புரோட்டான்-புரோட்டான் சிதறலை விளக்க முடிய வில்லை என்று காண்பித்தார். எனவே, அவர் பரி மாற்ற விசைகளினுடைய விலக்கு பங்கின் (Repulsive contribution) முறையை நிரப்ப விலக்கு உள்ளகக் கருத்தை (Concept of repulsive core) மீண்டும் உயிர்ப் பித்தார். ஏறத்தாழ 300 மி.எ.வோ. ஆற்றல்களுக்குக் கீழே விலக்கு உள்ளகம், சிதறலின் மேல் எந்தக் குறிப் பிடத்தக்க விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. இதற் குக் காரணம் நியூக்ளியான்களின் மையங்கள் 0.5×10^{-15} மீட்டருக்குள் வருவதில்லை. ஆனால் உயர் ஆற்றல்களில் நடைபெறும் இடைவினைகளில் நியூக்ளியான்கள் நெருங்கி அருகே வருகின்றன. எனவே விலக்கு நியூக்ளியான் உள்ளக விளைவு (Effect of repulsive nucleon core) தெளிவாகிறது.

விலக்கு நியூக்ளியான் விசையில் (Repulsive nucleon force) செயல்பாட்டில் ஒரு புலத்துகள் இடைநிலை யாக இருக்க வேண்டுமானால் அதனுடைய நிறை, பயான் நிறையைவிடக் கிட்டத்தட்ட மூன்று மடங்கு இருக்கவேண்டும், ஏனெனில் அதனுடைய பயனுறு நெடுக்கம்(Effective range) இந்த விகிதத்தில் சிறியதாக இருக்கிறது. (அதாவது 1.5×10^{-5}மீ. உடன் ஒப்பிடும் போது 0.5×10^{-15} மீ.) இவ்வாறு நியூக்ளியான்களுக் கிடையே ஏற்படும் 2 அல்லது 3 பயான்களின் உடனி கழ்வு மாற்றம் (Simultaneous transfer) விலகலுக்கான விளக்கத்தைத் தரமுடியும். புரோட்டானில் ஏற்படும் மின்னேற்றப் பகிர்வைத் தெளிவாக்குவதற்காகக் கூறப் பட்ட மாற்று விளக்கமானது, இந்த மின்னேற்றப் பகிர்வில் (பை-மெசான்களைவிட) மிகப் பளுவான ρ, ω,φ மெசான்கள் தொடர்புடையதாயிருக்கின்றன என்பதே ஆகும். இந்த மெசான்கள் 2 அல்லது 3 பை-மெசான்களின் ஓரலகு தற்சுழற்சியையும் (Spin of one unit), ஒற்றைச் சமச்சீர்ப் பண்பையும் (Odd parity) பெற்றிருப்பதுடன் தற்சுழற்சி - சுற்றுப்பாதை இடை வினையையும் (Spin - orbit interaction) குறைந்த தொலைவுகளில் நியூக்ளியான்களுக்கிடையேயுள்ள வில கலையும், விளக்குவதற்குத் தேவையான பண்புகளை யும் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த மெசான்களில் ρ மெசான், நேர்மின், எதிர்மின், நொதுமின் தன்மை பெற்றிருப்பதும் ω, φ மெசான்கள் மின்னேற்றமில்லா மல் இருப்பதும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

மு.க.

நூலோதி

Samuel Glasstone *"Source Book of Atomic Energy"* D. Van Nostrand Co., Inc. New York, Affiholed Edition, 1969.

அணுக்கரு வினைகள்

இரண்டு அணுக்கருக்கள் சேரும்போது, அணுக்கருக் களுக்கு இடையே அமையும் இடைவெளி மிகச் சிறிய தாகவும், கரு (Nucleus) வெட்டுமுக அளவிலும் அமை யும்போது, ஏற்படும் நிகழ்ச்சியை அணுக்கரு வினை எனக் கூறலாம். இந்நிகழ்ச்சியை உண்டாக்கக் குறியணு வின் (Target atom) கரு, நிலையானதாகவும் தூண்டுதல் நிகழ்த்தும் அணுக்கரு, உயர்ந்த இயங்கு ஆற்றலுடன் வேகமாகச் சென்று குறியணுக்கருவுடன் மோதுண்டு வினையினைத் தூண்டக்கூடிய இயங்கு ஆற்றலினை உடையதாகவும் இருத்தல் தேவை. இவ்வாறு உண் டாக்கப்படும் அணுக்கரு வினைகளில் இரு தனிமங்கள் சேரும் நிகழ்ச்சியைப் பிணைப்பு (Fusion) எனவும், ஒரே தனிமத்தினை இரண்டாக உடைக்கையில் ஏற் படும் நிகழ்ச்சியைப் பிளப்பு எனவும் கூறலாம்.

வினை ஏற்படுத்தும் இரு தனிமங்களின் மொத்த நிறையும், எதிர்வினைக்குப் பின் விளைந்த தனிமங் களின் நிறையும் சிறிது மாறுபடும். இந்த நிறை வேறு பாடு மிக உயர்ந்த வெப்பத்தினை விளைவிக்கும் ஆற்ற லாக, நிறை-ஆற்றல் பரிமாற்றமாக, வெளிப்படும். இவ்வாறு $\triangle m$ எனும் பொருள் - நிறை வினையில் மறைந்து $\triangle mc^2$ ஆற்றலாக மாறி, உயர்ந்த வெப்பத் தினைக் கொடுப்பதால் இவ்வினையை வெப்ப அணுக்கரு வினை என்றும் கூறலாம்.

இத்தகைய அணுக்கரு வினையானது ஒரே அள வுள்ள ஆற்றலினைத் தொடர்ந்து வெளியிடக் கூடிய தாய் அமைந்து, மனித இனத்தின் பயன்பாட்டிற்கான அணு ஆற்றலினைக் கொடுப்பதற்கு அணுக்கரு உலைகள் (REACTORS) பயன்படுகின்றன. இத் தகைய உலைகளிலிருந்து கிடைக்கும் வெப்பத்தினைக்

கொண்டு நீராவியினை உண்டாக்கி உருளைகளில் செலுத்தி அவற்றுடன் இணைந்த மின்னாக்கியினைச் சுழற்றி மின்னாக்கம் செய்யப்படுகின்றது. இத்தகைய தோர் அணுக்கரு ஆற்றல் நிலையம் சென்னைக்கு அருகேயுள்ள கல்பாக்கம் என்னுமிடத்தில் அண்மையில் (1983) இயங்கத் தொடங்கியுள்ளது.

வேதியியல் வெடிமருந்துகளைப் போலவே அணுக்கரு வெடிகள் பெரும் கன அளவுள்ள மண் அகற்றும் வேலைகளைச் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நிலத்திற்கடியில் உண்டாக்கப்படும் அணுக்கரு வெடிகளின் மூலம் ஏற்படுத்திய வெற்றிடங்களில் எண்ணெயையும் வளிமங்களையும் சேகரிக்கலாம்,

இதே வினைகளைக் கொண்டு மனித இனத்துக்கு ஊறு விளைவிக்கும் பெருவெடிகளையும் செய்யலாம். இத்தகைய கருவிகள் அணுக்கரு வினையின்போது வெடித்து உயர்ந்த வெப்பத்தினை உண்டாக்கும். இந்த வெப்பத்தினைவிட இந்நிகழ்ச்சியின்போது வெளியேறும் நியூட்ரான் துகள்களும் கதிர்வீச்சுகளும் மனித இனத்திற்குத் தீங்கு விளைவிக்கக் கூடியன வாகும்.

1. இடைவினை வகைகள்

வேதியியலின்படி உலகிலுள்ள பொருள்களை வெவ்வேறு தனிமங்களாகப் (Elements) பிரிக்கலாம். இத்தனிமங்களின் அணுவினுள் அதன் கருவும், வெளியே எலக்ட்ரான் எனும் எதிர்மின்னூட்ட மேகக் கூட்டமும் அமைந்திருக்கும். பொருள்களின் வேதியியல் குணங்கள் கொடுக்கப்பட்ட தனிமத்திலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு மாறுபடும். இந்த எலக்ட்ரான் எண்ணிக்கை அத்தனிமத்தின் அணுஎண் Z எனக் குறிக்கப் பெறும்.

ஒவ்வொரு தனிமத்திலும் உட்கருவினுள் அமைந்துள்ள நேர்மின்னூட்டமுடைய புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும், வெளியே கருவினைச் சூழ்ந்துள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்கும். உட்கருவில் புரோட்டான்களுடன் இணைந்து காணப்படும் நியூட்ரான் எனப்படும் மின்னியல் சமனிகளின் (Electrically Neutral) எண்ணிக்கை ஒரே தனிமத்தின் எல்லா அணுக்களிலும் சமமாய் இராது. எடுத்துக்காட்டாக ட்யூட்ரான் எனும் அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத் தனிமத்தின் கருவில் ஒரு நியூட்ரான் இருக்கும். ஆனால் அய்ட்ரஜன் கருவில் நியூட்ரான் இராது. இவ்வாறு உட்கருவில் அமைந்துள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை அணுவின் பொருண்மை (Mass) யினை நிலைப்படுத்தியிருப்பதால் அது பொருண்மை எண் A எனக் குறிக்கப்பெறும். ஒவ்வொரு தனிமத்தினையும் குறிக்கையில் குறியெழுத்தின் மேலே அதன் பொருண்மை எண்ணும், கீழே அணுவின் எண்ணும் குறிக்கப்படுதல் மரபு. இவ்வகையில் ஓர் எலக்ட்ரானும் ஒரு புரோட்டானும் கொண்ட அய்ட்ரஜனை $\underset{1}{H}^{1}$ எனவும், இதன் ஓரிடத் தனிமமான ஒரு நியூட்ரானை அணுக்கருவில் அதிகமாகக் கொண்ட ட்யூட்ரானை $\underset{1}{H}^{2}$ ($\underset{1}{D}^{2}$) எனவும் குறிக்கலாம். இக்குறியீட்டில் தனிமத்தின் அணுக்கருவிலுள்ள N எனும் நியூட்ரான் எண்ணிக்கையை $N = A - Z$ எனும் சமன்பாடாகவும் குறிக்கலாம்.

இடைவினையினைத் தூண்டும் துகள்களைக் கொண்டு வினையினைக் கீழ்க்கண்ட நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்:

1. புரோட்டான் தூண்டுவினை
2. ட்யூட்ரான் தூண்டு வினை
3. நியூட்ரான் தூண்டு வினை
4. α-துகள் என்னும் ஹீலிய அணுக்கரு தூண்டு வினை.

இதில் முதலாவது, α-துகள் எனும் ஹீலியம் அணுக்கரு பெரிலியம் அணுக்கருவுடன் சேர்ந்து உண்டாகும் வினை α-துகள் வினையாகும். வினைகளை ஒரு சமன்பாடாக்கச்சமன்பாட்டின் இடது புறத்தில் வினையை உண்டாக்க எடுதது்க் கொள்ளப்படும் தனிமங்களின் அணுக்களும், வலதுபுறத்தில் வினையின் விளைவாக உண்டாகும் அணுக்களும் குறிக்கப்பெறும். இதனால் இந்த α - துகள் வினையின் சமன்பாட்டினைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்:

$$\underset{2}{He}^{4} + \underset{4}{Be}^{9} \longrightarrow \underset{6}{C}^{12} + \underset{0}{\eta}^{1}$$

இதில் இரு எலக்ட்ரான்களும், இரு புரோட்டான்களும் இரு நியூட்ரான்களும் (Z = 2, A = 4, N = 2) கொண்ட ஹீலியம் அணுவின் கருவானது பெரிலியம் எனும் மூலகத்தின் அணுக்கருவை அடைந்து நிலையில்லாத ஒரு கூட்டுக் கருவை உண்டாக்கும். இக்கூட்டுக் கருவின் விளைவாக 6 எலக்ட்ரான்கள், 6 புரோட்டான்கள், 6 நியூட்ரான்கள் கொண்ட கரி (கார்பன்) அணுவும் எஞ்சிய ஒரு நியூட்ரான் துகளும் தனித்தனியாகப் பிரியும்.

இரண்டாவதாக ஆற்றல் வாய்ந்த புரோட்டான் கற்றைகளை மெல்லிய லித்தியம் தகட்டின் மீது மோதி எதிர் வினையினைத் தூண்டினால் இரு ஹீலியம் அணுக்கள் கிடைக்கும். இதனால் விளையும் ஹீலியம் அணுக்கள் தூண்டு புரோட்டானில் இருந்த இயங்கு ஆற்றலை விட 17MeV அதிக இயங்கு ஆற்றல் உடையவையாய் அமையும்.

இதை $\underset{3}{Li}^{7} + \underset{1}{H}^{1} \longrightarrow \underset{2}{He}^{4} + \underset{2}{He}^{4} + 17MeV$

என்று எழுதலாம்.

மூன்றாவதாக யுரேனியம்-235 என்னும் மிகப்பெரிய அணுக்கருவினை நியூட்ரான்களைக் கொண்டு மோதிக் கரு இடைவினைகளை (Interactions) நிகழ்த்தலாம். இதன் சமன்பாடு

$$ {}_{0}\eta^{1} + {}_{92}U^{235} \longrightarrow \text{இரு சிறிய அணுக்கருக்கள் + சிறு எண்ணிக்கையுடைய நியூட்ரான்கள்} + 20 \text{ MeV} $$

என வருவதால் விளைவு பல வகையான சிறிய நிறை எண் உடைய தனிமங்களையும் சில நியூட்ரான்களையும் கொடுக்கும். இந்த அணுக்கரு வினையின் பக்க விளைவாக 20 MeVக்குச் சமமான வெப்பமும் கிடைக்கும்.

கடைசியாக இரு சிறிய அணுக்கருக்களைச் சேர்த்துப் பெரிய அணுக்கருவினைக் கொண்டு தனிமங்களை உருவாக்குதல் ஆகும். இரு டியூட்ரான் எனும் அய்ட்ரஜனின் ஓரிடத்தனிமங்களைச் சேர்க்கும்போது உண்டாகும் கூட்டுக்கரு, பிரியும்போது ட்ரைட்டியம் எனும் அய்ட்ரஜனின் இரண்டாவது ஓரிடத் தனிமமாகவும் அய்ட்ரஜன் அணுவாகவும் பிரியும். மற்றொரு வழியாகக் கூட்டுக்கரு ஒரு ஹீலியம் அணுவாகி எச்சமாக ஒரு நியூட்ரானை வெளியேற்றும். இவற்றை முறையே

$$ {}_{1}D^{2} + {}_{1}D^{2} \longrightarrow {}_{1}T^{3} + {}_{1}H^{1} + 4.03 \text{ MeV} $$

$$ \longrightarrow {}_{2}He^{3} + {}_{0}\eta^{1} + 3.27 \text{ MeV} $$

எனும் சமன்பாடாகக் குறிக்கலாம்.

இதில் முக்கியமானது பொருண்மையானது சக்தியாக மாறும் நிகழ்ச்சியாகும். இதைப் புரிந்து கொள்ள அடிப்படைத் துகள்களின் பொருண்மையளவு இன்றியமையாதது. இதில் கடைசி வினையில் முதல் வழியினில் உண்டான 7.18×10^{-30} கி.கி. என்னும் பொருண்மை மாற்றம் வருமாறு:

எலக்ட்ரான்	0.009×10^{-31}	கி.கி.
புரோட்டான்	1.67252×10^{-27}	கி.கி.
ட்யூட்ரான்	3.34337×10^{-27}	கி.கி.
ட்ரைட்டியம்	5.00704×10^{-27}	கி.கி.
$\triangle m =$	$.00718 \times 10^{-27}$	கி.கி.

$$ C^{2} \triangle m = 6.46 \times 10^{-13} \text{ ஜூல்கள் அல்லது} $$

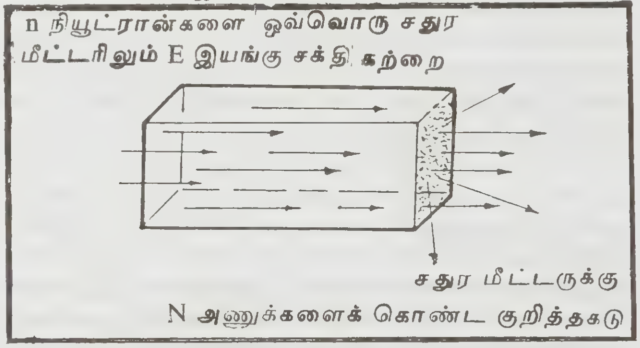
$$ = 4.03 \times 10^{6} \text{ eV} $$

எனும்படி சமன்பாட்டின் இருபுறமும் உள்ள பொருள்களின் நிறை வேறுபாடு 4.03×10^{6} eV க்குச் சமமான வெப்ப ஆற்றலாக மாறும். இதனால் ஒவ்வோர் அணுக்கருவினையும் அதனுடைய நிறை மாற்ற மதிப்பாக அல்லது Q மதிப்பாக வெளியிடப்படும் என்பதைப் புரிந்து கொள்வது அவசியம்.

2. அணுக்கரு வெட்டு முகம்

மேலே கூறிய நான்கு வகை அணுக்கரு வினைகள் எல்லாம் ஒன்றிரண்டு தூண்டுத்துகள்களைக் கொண்டு உண்டாக்கப்படுவதில்லை. ஒரு குறித்த பரப்பினை உடைய கற்றையான அமைப்பில் குறியணு கருவினை நோக்கி மிக ஆற்றல் வாய்ந்த தூண்டுத் துகள்கள் பீச்சப்படும்போதுதான் மாறுவினை விளையும். இவ்வாறு பீச்சியடிக்கப்பட்ட துகள்களில் ஒரு சில துகள்கள் குறியணுவில் வெட்டுமுகப் பரப்புக்கு நேராகச் சென்று அணுக்கருவுடன் மோதும் வாய்ப்பினைப் (Probability) பெறும். மேலும் தூண்டுதுகள் கற்றையின் திண்மை, சதுரப்பரப்பிற்குள் ஒரு நொடிக்குச் செலுத்தப்படும் துகள்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கையில் வினை நிகழும் வாய்ப்பும் அதிகரிக்கும். இதேபோல் அணுக்கரு வெட்டுமுகம், தூண்டு துகள்களின் ஆற்றல் ஆகியவை அதிகரிக்கும்போதும் மாறுவினை தூண்டப்படும் வாய்ப்பும் அதிகரிக்கும். இவ்வாறு அணுக்கரு வெட்டு முகம் அணுக்கரு மாறுவினை நிகழும் வாய்ப்பினை நிர்ணயிப்பதால் இது வினைக்குத் தேவையானதோர் எண்ணக் கருப்பொருள் ஆகும்.

படத்தில் (படம்-1) காட்டியபடி விசைத்துகள் கற்றையில் நொடிக்கு ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பில் n திண்மையுடைய நியூட்ரான் துகள் உள்ளது எனக் கொள்வோம். இத்துகள் கற்றை சதுரமீட்டர் பரப்



படம்-1 நியூட்ரான் துகள் மெல்லிய தகட்டின் மீது மோதுதல்.

பிற்கு N யுரேனிய அணுக்களைக் கொண்ட யுரேனியத் துண்டின் மீது அடிக்கப்பட்டு வினையை உண்டாக்குகின்றது எனக் கொள்வோம். இதில் யுரேனிய அணுக்கருவின் வெட்டுமுகம் σ ச. மீ. எனக் கொண்டால் மொத்தப் பரப்பில் $N\sigma$ ச.மீ. பரப்பில் நுழையும் துகள்களே வினையினை நிகழ்த்தும் வாய்ப்பைப் பெறும். ஆனால் சதுரப் பரப்பிற்கு n நியூட்ரான் தூண்டு துகள்கள் வினைக்குப் பயன்படுவதான $N\sigma$ பரப்பில் ஒவ்வொரு நொடியிலும் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக $N\sigma n$ வினைகளை உண்டாக்கும். மேலும் கற்றைகளில் செல்லும் எல்லாத் தூண்டுத் துகள்களும் ஒரே மாதிரியாக நடுக்கருவில் மோத முடியாது. இத

னால் விளையும் தூண்டலும் வினையும் மாறுபட்ட வழிகளில் அல்லது வகைகளில் அமையும்.

3. வினை இயக்கமுறை நுட்பம் (Reaction Mechanism)

வினையின் பல்வேறு விளைவுகளைப் புரிந்து கொள்ள பளுவான அய்ட்ரஜன் ($_{1}H^{2}$) அணு அல்லது ட்யூட்ரான் எனும் தூண்டு புரோட்டான்கள், எதிர் வினையை உண்டாக்க, கரி ($_{6}C^{12}$) யின் கருவினை நோக்கி அனுப்பப் படுகின்றன எனக் கொள்வோம். இவை குறியணுக் கருவினுள் உள்ள புரோட்டான்கள் அளிக்கும் கூலும்பின் (Coulomb's) எதிர்ப்பு விசையினையும் மீறிக் கரியின் கருவினை அடையும். அப்போது அமையும் கூட்டு அணுவினை $_{7}H^{14}$ எனக் குறிக்கலாம். இக் கரு மிக்க ஆற்றலுடன் மோதுண்ட தூண்டு புரோட் டான்களை உடையதாய் இருப்பதால் எளிதில் குறிப் பிடக்கூடிய வகைகளில் சில எதிர்வினைகளைக் கொடுக் கும் இவற்றை முறையே கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்:

$$C(d,d):\ {}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{2} \longrightarrow {}_{1}H^{2} + {}_{6}C^{12}$$

$$C(d,p):\ {}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{2} \longrightarrow {}_{1}H^{1} + {}_{6}C^{13} + 2.72\ \text{MeV}$$

$$C(d,n):\ {}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{2} \longrightarrow {}_{0}n^{1} + {}_{7}N^{12} - 0.28\ \text{MeV}$$

$$C(d,\alpha):\ {}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{2} \longrightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{5}B^{10} - 1.39\ \text{MeV}$$

இதில் முதல் சமன்பாட்டின் படி தூண்டு புரோட்டான் கள் அணுவின் உட்கருவினை அடைய முடியாமல் குறி யணுவினால் சிதறிய நிகழ்ச்சியைக் குறிக்கும். இரண் டாவதாக $_{7}N^{14}$ என்ற கூட்டணுவின் வினையாகக் கரி யின் $_{6}C^{13}$ எனும் சமனிக்கரியணு விளைந்து எச்சமாக $_{1}H^{1}$ எனும் அய்ட்ரஜன் வெளியேறலாம். இவ்வினையின் விளைவாக 2.72 MeV ஆற்றல், பொருண்மை மாற்றத் தினால் ஏற்படும். மூன்றாவதாகக் கூட்டணு 7 எலக்ட் ரான்களையுடைய நைட்ரஜனாக மாறி ஒரு நியூட் ரானை வெளியேற்றலாம். இதேபோல் நான்காவது முறையில் போரான், ஹீலியம் எனும் இரு மூலகங் களாகக் கூட்டணு உடையலாம். இதில் கடைசி இரு எதிர்வினைகள் ஏற்படுகையில் நிகழும் ஆற்றல் மாற்றம் குறைக் குறியுடன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது எதிர் வினையின் போது நம்மால் கொடுக்கப்படவேண்டிய அல்லது உள்ளீடு ஆற்றலைக் குறிக்கும். இதில் ஓர் எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாறி ஓர் அணுவினைச் சூடு செய்ய அவ்வணு 11600°K எனும் பெரிய அளவு வெப்பத்தை அடையும் என் பதை உணர்தல் வேண்டும்.

இந்நான்கு வழிகளில் ஒவ்வொன்றும் ஒரு வாய்ப்பு (Probability) விகிதத்தில் நிகழக் கூடிய தன்மை உடைய தாய் உள்ளது.

4. வினைக்குத் தேவையான அமைப்புகள்

வினைகள் அடிப்படையில் அமைப்புகளின் தன்மை யைக் கொண்டுதான் விளைவுகளைக் கொடுக்கும். எடுத்துக்காட்டாக நியூட்ரான்களை U-235 எனும் நிறையெண் 235 கொண்ட யுரேனியத் துண்டின் மீது மோதி உண்டாகும் வினை இரண்டு மூன்று புதிய நியூட்ரான்களை வெளியேற்றும். நாம் எடுத்துக் கொண்ட துண்டு சிறியதானால் விளைவு (Resulting) நியூட்ரான்கள் துண்டினைவிட்டு வெளியேற்றப்படும் வாய்ப்பு அதிகமாகிவிடும். எடுத்துக்கொண்ட துண்டு ஓரளவு பெரியதாய் இருக்குமானால் முதல் வினை யினால் உண்டான நியூட்ரான்கள் அருகிலுள்ள மற்றொரு யுரேனிய அணுக்கருவுடன் மோதும் வாய்ப்பு அதிகரிக்கும். இந்த மாறுநிலை (Critical) அளிக்கும் துண்டின் அளவு ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அமையும் தொடர் பிரிவினையை உண்டாக்கும். ஆக எடுத்துக் கொண்ட துண்டின் மாறுநிலை அளவு தொடர் வினைக்குத் தேவையானதோர் அமைப்பு என்று கூறலாம். இதில் நியூட்ரான் என்பது மின்னூட்டமற்ற மின்னியல் சமனியாகையால் கூலும்பின் எதிர் விசையற்ற நிலையில் இவற்றை எளிதில் அணுக்கரு வினுள் தள்ளி வினையை உண்டாக்கலாம்.

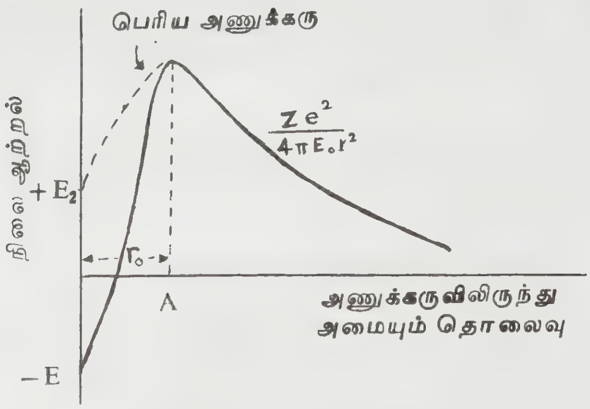
ஆனால் மின்னூட்டமுடைய துகள்களைக் கொண்டு மாறுவினையினை உண்டாக்கத் தூண்டுதுகள்களில் அமையும் தொடக்க இயங்கு ஆற்றல் கூலும்பு விதியின் படி அமையும் நிலை ஆற்றலைவிட அதிகமாய் இருத் தல் இன்றியமையாதது. இவ்விதி ஒத்த மின்னூட்டங் கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கும்போது ஏற்படும் எதிர் விசை

$$F = \frac{(Z_1 e)e}{4\pi \epsilon r^2}$$

எனும் சமன்பாட்டால் கணக்கிடப்படும். இவ்விசைக்கு எதிராகப் புரோட்டான் தூண்டு துகள்கள், e மின் னூட்டத்துடன், $Z_1 e$ மின்னூட்டமுள்ள, அணுக்கரு வினை நெருங்கத் தேவைப்படும் நிலை ஆற்றலினை

$$E = \frac{Z_1 e^2}{4\pi \epsilon r}$$

எனக்குறிக்கலாம். இம்முடிந்த வேலையினைப் படம் 2இல் காட்டியபடி தொலைவின் சார்பாக வரையலாம்.



படம் 2. அணுக்கருவினை நெருங்கும் புரோட்டானுக்குத் தேவையான இயங்கு ஆற்றல்.

இது முடிவிலி அல்லது போதுமான தொலைவில் சுழியாகும். தூரம் r குறைந்து, அணுக்கருவின் அருகில் இந்த நிலைஆற்றல் அதிகமாயிருக்கும். A எனும் (r_o எனும்) அணுக்கரு விட்ட அளவுள்ள புள்ளியில் இது உயர்ந்த அளவினை அடையும். சிறு எல்லை அணுக்கரு ஈர்ப்பு விசை நியதியின்படி அணுக்கரு மையத்தில் தேவைப்படும் நிலைஆற்றல் -E என்ற அளவினை அடையும். இது குறைக்குறியுடன் இருப்பதால் நிலை ஆற்றல் அணுக்கருவின் அருகில் ஈர்ப்பு ஆற்றலாய் இருப்பதைக் குறிக்கின்றது.

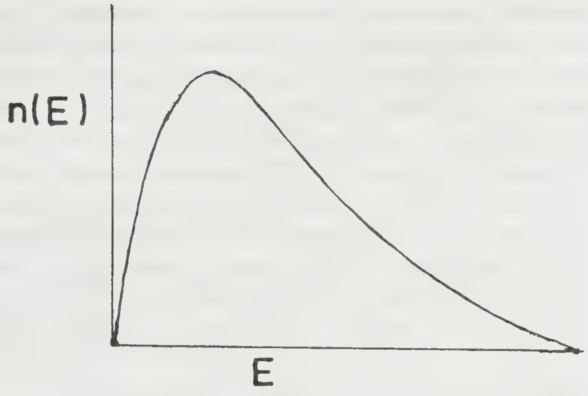
ஒரு பந்தைக் குன்று போன்றதொரு மேட்டினை நோக்கி ஆற்றலுடன் உருட்டிவிட்டால் புவியீர்ப்பு விசையினை எதிர்த்துப் பந்து எப்படி ஏறுகின்றதோ அவ்வாறு புரோட்டானும் நிலைஆற்றல் குன்றின் மீது ஏறும். பின் அணுக்கருவினை நெருங்கும் போது அமையும்-E எனும் அளவுள்ள சிறு எல்லை ஈர்ப்பு விசை என்கின்ற நிலைஆற்றல் கிணற்றில் எளிதில் விழுந்துவிடும். ஆனால் பெரிய அணுவெண் உள்ள தனிமங்களின் அணுக்கருவினுள் அமையும் நிலை ஆற்றல் படம் 2இல் காட்டியபடி +E2 என்றவாறு நிறையாகவே இருக்கும். ஆனால் இந்த நிலைஆற்றல் Aஎனும் புள்ளியில் அமையும் குன்றின் அளவினைவிடக் குறைவாக இருக்கும். இதனால் தூண்டு துகள்கள் மின்னூட்டத்துடன் அமைந்து அணுக்கரு வினையினை உண்டாக்க அவற்றில் அமையும் தொடக்க இயங்கு ஆற்றல் கூலும்பின் நிலையாற்றலை விட அதிகமாயிருத்தல் இன்றியமையாதது என்பதை உணர்தல் வேண்டும்.

அடுத்து இரு சிறிய அணுக்கருக்களைச் சேர்ப்பதற்குத் தேவைப்படும் தனிமத்தின் அணுக்கரு வெட்டுமுகம் சிறியது ஆகையால் ஒன்றினை வேகமாக இயக்கி மற்றொன்றின் மீது மோதி வினையை உண்டாக்குதல் கடினமாகும். மேலும் ட்யூட்ரான் தூண்டு துகள் கற்றைகளை உருவாக்குதல் கடினம் என்பதுடன் இதற்கு ஏற்படும் செலவினமும் அதிகமாகும். இதற்குப் பதிலாக வெப்பத்தின் போது பொருள் துகள்களில் அமையக்கூடிய இயங்கு ஆற்றலைக் கொண்டு இரு ட்யூட்ரான்கள் தங்களுக்குள் மோதும் வாய்ப்பினை அதிகரிக்கலாம். எளிய வெப்ப நிலையில் வளிமங்களில் அமையும் இயங்கு ஆற்றலினால் வளிமத் துகள்கள் இங்கும் அங்குமாக அலைந்துகொண்டிருக்கும். இந்த இயங்கு ஆற்றல் (Kinetic Energy) பொருள்களில் அமையும் கெல்வின் எனும் அளவுள்ள அடிப்படை வெப்பத்திற்கு நேர் விகிதப் பொருத்தமுடையதாகும்.

சுமார் 10^5 கெல்வின் வெப்ப நிலையில் துகள்களில் அமையும் இயங்கு ஆற்றலினால் அவை ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும். இவ்வாறான மோதலினால் அணுக்கருவுடன் இணைந்த எலக்ட்ரான்கள் கருவினை விட்டுத் தாமே பிரிந்துவிடும் நிலையினை அடைகின்றன. இந்நிலையில் ட்யூட்ரான் வளிமம், எலக்ட்ரான், அணுக்கருக்கள் கலந்த, ஆனால் ஒன்றுடன் ஒன்று சேராத பிளாஸ்மா (Plasma) எனும் நிலையினை அடையும்.

வெப்பநிலை மேலும் அதிகரித்து 10^8 கெல்வின் நிலையை அடையும் போது ப்ளாஸ்மா நிலையினை அடைந்த அணுக்கருக்கள் கரு அளவினில் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும் வாய்ப்பு அதிகரிக்கும். இந்த ஊறு (Fatal) விளைவிக்கும் மோதலில் கருக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து வினையினை நல்கும். எனவே சிலவகை அணுக்கரு வினைகளில் வெப்பத்தினால் பொருள்களில் அமையும் இயங்கு ஆற்றல் வினையினைக் கொடுக்கும் என்பதனை உணரலாம்.

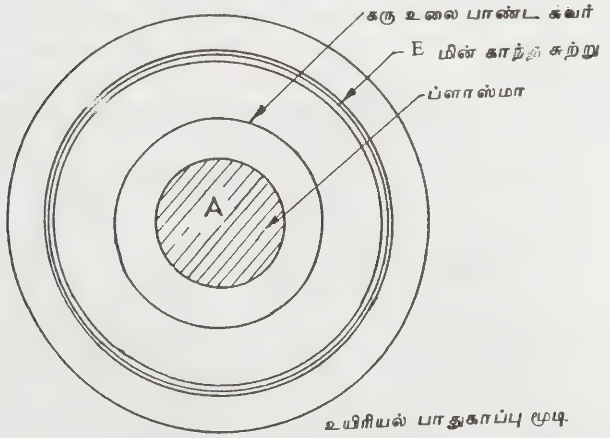
வெப்பத்தினால் அதிர்ந்து, அணுக்கருக்கள் ஒன்றினை ஒன்று நெருங்கும் போது இரு கருக்களுக்கிடையே உண்டாகும் கூலும்பு விசையினை எதிர்த்து, நிலை ஆற்றல் குன்றின் மீது ஏறுவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப இயங்கு ஆற்றல் எல்லா அணுக்கருவிலும் ஒரே அளவில் அமையாது. சிலவற்றில் தேவைக்கு அதிகமாகவும் மற்றவற்றில் தேவைக்குக் குறைவாகவும் அமையும். பொருள்களில் நடைபெறும் தொடக்க இயங்கு கொள்கையின் படி (Elementary Kinetic Theory) கொடுக்கப்பட்ட ஒரு வெப்பநிலையில், ஏதாவது ஓர் ஆற்றலில் இயங்கும் பொருள் துகள்களின் எண்ணிக்கை **போல்ட்ஸ்மென்-மேக்ஸ்வெல்** என்பவர்கள் கண்ட **பங்கீடாக** அமையும். இவ்விருவர் கூறிய பங்கீடு படம் 3இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் X அச்சில் துகள்களில் அமையக்கூடிய இயங்கு ஆற்றலும், Y அச்சில் அவ்வியங்கு ஆற்றலின் இடைவெளியில் மொத்தத் துகள்களின் பங்கான n (E) எனும் துகள் எண்ணிக்கையும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இப் பங்கீட்டின் அளவுரு (Parameter) துகள்களில் அமையும் சராசரி இயங்கு ஆற்றலாகும். இதைப்பெற n (E)யை EdE ஆல் பெருக்கி, சுழியிலிருந்து கந்தழி வரையிலான அளவுகளுக்குத் தொகையினைக்



படம் 3 மேக்ஸ்வெல் போல்ட்ஸ்மென் பங்கீடு

கண்டால் இந்த $\frac{3}{2}$ KT என்ற சராசரி இயங்கு ஆற்றல் அளவுரு கிடைக்கும். இப்பங்கீட்டின் வால்முனைப் பகுதியில் காட்டியபடி உயர்ந்த இயங்கு ஆற்றலினை யுடைய, ஆனால் எண்ணிக்கையில் குறைவான துகள்கள் சேர்வினைகளை அதிக அளவில் உண்டு பண்ணும் என்பதை உணர்தல் இன்றியமையாததாகும். மேலும் வெப்பம் அதிகரித்தால் பங்கீட்டின் வால் முனைப்பகுதியில் அமையும் வினைகளை நல்கும் ஆற்றல் வாய்ந்த அணுக்கருக்கள் அதிகரிக்கும்.

பரிசோதனைக் கூடத்தில் நிகழ்த்தக்கூடிய D—T வினைக்குப் பிளாஸ்மா நிலையில் கோடிக்கணக்கில் அமைந்த கெல்வின் வெப்பத்தில் வைப்பது கடினம். இவற்றைக் கொண்டிருக்கும் பாத்திரங்கள் கடத்தலினாலும் கதிர்வீச்சினாலும் தம்மிடமுள்ள இவ்வுயர்ந்த வெப்பத்தை இழந்து விடும். ஆதலால் கடுமையான மின்காந்தப் புலத்தை அமைத்தால் ப்ளாஸ்மாவானது கைரோ சுழற்சியில் பாத்திரத்தின் விளிம்பினைத் தொடாதவாறு அமைக்கலாம். தனிமங்களைச் சூடு



படம் 4, நியூட்ரான் அணுக்கரு உலை

செய்ய மாறு மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப்படுகின்றது. ஆக இத்தகைய அணுக்கரு உலைகளில் (படம் 4) பிளாஸ்மா நிலையிலுள்ள அணுக்கருவட்டச் சுழற்சியில் அமைந்து பாத்திரத்தின் விளிம்பினைத் தொடாதவகையில் மின்காந்தப் புலனால் சுழற்றப்பட்டு, மாறுமின்னழுத்தத்தால்சூடுசெய்யப்பட்டு வினையினை நல்கும்.

5. அணுக்கரு வினையால் உண்டான அண்டம்

அடிப்படைத் துகள்களான எலக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான்கள் தனித்திருத்தல் இயலாது. அண்டத்தில் உள்ள தனிமங்களின் ஒப்பிட்ட அளவினை கூர்ந்து நோக்க இவை, பட்டியல் 1இல் கண்டவாறு, அய்ட்ரஜன், ஹீலியம் ஆகிய இரண்டு மட்டும் சேர்ந்து 99 விழுக்காடு உடையதாய் இருப்பது தெரிய வரும். மேலும் வகுத்தல் அளவில் உள்ள தனிமங்களின் மொத்த நிறை அவற்றின் அணுஎண் அதிகரிக்கையில் விரைவாகக் குறைவதும் தெரியவரும். செய்முறை, பரிசோதனை, கண்டறிதல், தேற்றங்கள் ஆகியவற்றின் மூலம் பேரண்டம் (Universe) அமைந்த விதத்தினை ஆராய்ந்தால் பேரண்டமே அணுக்கரு சேர்வினையால்தான் உண்டானது எனக் கூறிவிடலாம். தனித்திருக்க இயலாத புரோட்டானும் நியூட்ரானும் சேர்ந்து சிறிய தனிமங்களை உண்டாக்கி, பின் நியூட்ரான்கள் இச்சிறிய அணுக்கருக்களினால் மேலும் உறிஞ்சப்பட்டு, பீட்டா சிதைவு ஏற்பட ஏற்படப் பெரிய தனிமங்கள் கட்டப்பட்டு உண்டாவது அண்டமாகும்.

பட்டியல் 1. அண்டவெளியில் உள்ள தனிமங்களின் ஒப்பிட்ட அளவு

தனிமங்கள்	வகுத்தல் அளவில் அண்டப் பொருள்கள்
அய்ட்ரஜன்	0.76
ட்யூட்ரியம்	10.4
ஹீலியம்	0.23
Li, Be, B	10^{-8}
C, N, O	10^{-2}
அணு எண் 20—60	10^{-3}
அணு எண் 60—100	10^{-6}
அணு எண் 100	10^{-7}

தீ.க.ச.

காண்க : அணுக்கரு வெடிப்பு
அணுக்கருப் பிணைப்பு
அணுக்கருப் பிளப்பு
அணு ஆற்றல்
அணு உலை

நூலோதி

H R. Hulme, '*Nuclear Fusion*', Wykeham Publications, London, 1969.

அணுக்கரு வெடிப்பு

யுரேனியம் (Uranium) போன்ற ஒரு கனமான தனிமத்தின் (Heavy Element) அணுக்கரு (Nucleus) இரண்டு துண்டங்களாகப் பிளவுறும்போது ஆற்றல் உண்டாகிறது. இவ்வாற்றல் அத்தனிமத்தின் அளவைப் (Size) பொறுத்தது. தனிமம் மிகுந்த அளவைக் கொண்டதாக இருந்தால், ஆற்றல் அளவற்றதாகி 'அணுக்கரு வெடிப்பு' ஏற்படுகிறது. இவ்வெடிப்பு ஏற்படும் சூழ்நிலைகளை ஆராய்வதற்கு முன்னால், அணுக்கரு அமைப்பு, அணுக்கருப் பிளப்பு (Nuclear fission), அணுக்கருத்தொடர்வினை (Nuclear chain reaction) முறைகள் பற்றிச் சற்று அறிதல் இன்றியமையாதது.

அணுக்கரு அமைப்பு

ஓர் அணுக்கருவில் எதிர்மின்னூட்டம் (Negative charge) கொண்ட எலக்ட்ரான் (Electron) துகள்களும், நேர் மின்னூட்டம் (Positive charge) கொண்ட புரோட்டான் (Proton) துகள்களும் இருக்கின்றன என்பதை அறிஞர்கள் முதலில் கண்டறிந்தனர். இவற்றினூடே மின்னூட்டம் அற்ற (Neutral charge) நியூட்ரான் (Neutron) துகள்களும் இருக்கின்றன என்பதை 1932-ஆம் ஆண்டு சாட்விக் (Chadwick) என்னும் அறிஞர் கண்டுபிடித்தார்.

ஓர் அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களும், எலக்ட்ரான்களும் சம எண்ணிக்கை கொண்டவை. ஆனால் எலக்ட்ரான்களின் பொருண்மை புரோட்டான்களின் பொருண்மையைவிட மிகக்குறைவு எனவே, புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் ஏறக்குறைய சம பொருண்மை உடையன. நியூட்ரான்கள் மின்னூட்டம் அற்றவையாய் இருப்பதனால், அவை பொருள்களினூடே ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மை வாய்ந்தவையாய் இருக்கின்றன.

ஓரிடத் தனிமங்கள் (Isotopes)

ஒரு கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அத்தனிமத்தின் அணு எண்ணைக் (Atomic Number) குறிக்கும். புரோட்டான், நியூட்ரான் இவை இரண்டின் மொத்த எண்ணிக்கை அதன் 'நிறை எண்ணைக்' (Mass Number) குறிக்கும். ஒரு தனிமத்தில் வெவ்வேறு எண்ணிக்கை கொண்ட நியூட்ரான்கள் இருக்க வாய்ப்பு உண்டு. இதனால் அதன் நிறை எண் மாறுபடும். ஒரு தனிமத்தின் வேதியியல் தன்மை அதில் இருக்கும் புரோட்டான்களைப் பொறுத்தது. எனவே வேதியியல் தன்மையில் மாறுபடாமல், வேறுபட்ட இயற்பியல் தன்மைகளைக் கொண்ட ஒரு தனிமத்தின் பல நிலைகள் (ஓரிடத் தனிமங்கள்) என அழைக்கப்படுகின்றன. அதாவது ஓரிடத்தனிமங்கள் ஒரே அணு எண்ணையும், மாறுபட்ட நிறை எண்களையும் கொண்டவை. யுரேனியத் தனிமத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் அணு எண் 92. அதற்கு நிறை எண்கள் 233 முதல் 239 வரை உள்ள ஏழு ஓரிடத்தனிமங்கள் உள்ளன.

நிறை ஆற்றல் சமன்பாடு

முதன் முதலாக 1905ஆம் ஆண்டு ஆல்பர்ட் அய்ன்ஸ்டைன் (Albert Einstein) என்னும் அறிஞர் ஒரு பொருளின் நிறையை ஆற்றலாக மாற்றமுடியும் என எடுத்துரைத்தார். $E = mc^2$ என்பது நிறை ஆற்றல் சமன்பாடு. இங்கு 'm' என்பது ஒரு பொருளின் நிறையையும், 'E' என்பது அந்நிறை ஆற்றலாய் மாற்றப்படும் அளவினையும், 'C' என்பது ஒளியின் வேகத்தையும் குறிக்கும். ஒளி ஒரு நொடிக்கு 300,000 கி.மீ. வேகத்தில் செல்லும். இச்சமன்பாட்டின்படி, ஒரு கிலோ கிராம் நிறையுள்ள ஒரு பொருள் ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டால் 250 கோடி கிலோ வாட் மணி (Kilo Watt Hour) ஆற்றல் கிடைக்கும். இது 250 கோடி யூனிட் மின்சாரத்திற்குச் சமம். அயன்ஸ்டைனின் இந்த கொள்கைதான் ஓர் அணுக்கரு பிளவுறும்போது ஆற்றல் உண்டாகிறது என்னும் ஆராய்ச்சிக்கு வழிகோலியது.

அணுக்கருப் பிளப்பு

நியூட்ரான் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு அறிஞர்கள் நியூட்ரான்களை அணுக்கருக்களில் மோதச் செய்து அணுக்கரு அமைப்பைப் பற்றி ஆழ்ந்து ஆராய்ச்சி செய்யத் தொடங்கினார். 1934ஆம் ஆண்டு என்ரிகோ ஃபெர்மி (Enrico Fermi) என்னும் அறிஞர் செய்த ஓர் ஆராய்ச்சியில் கனமான யுரேனியத் தனிமத்தை நியூட்ரானைக் கொண்டு தாக்கியதில் நெப்ட்டுனியம் (Neptunium) என்னும் தனிமம் கிடைப்பதைக் கண்டார். 1938ஆம் ஆண்டு ஆட்டோ ஹான் (Otto Hahn), ஸ்ட்ராஸ்மென் (Strass mann) என்னும் இரண்டு ஜெர்மானிய அறிவியல் அறிஞர்கள் பலவகைத் தனிமங்களை நியூட்ரானை கொண்டு தாக்கி ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டனர். இவ்வாறு ஓர் ஆய்வின்போது யுரேனியத்தை நியூட்ரானைக் கொண்டு தாக்கியதில் கிரிப்டான் (Krypton), பேரியம் (Barium) என்ற இரண்டு எடை குறைந்த தனிமங்களும், அவற்றோடு அதிக ஆற்றலும் பெறப்பட்டன. இங்ஙனம் ஒரு கனமான தனிமம்

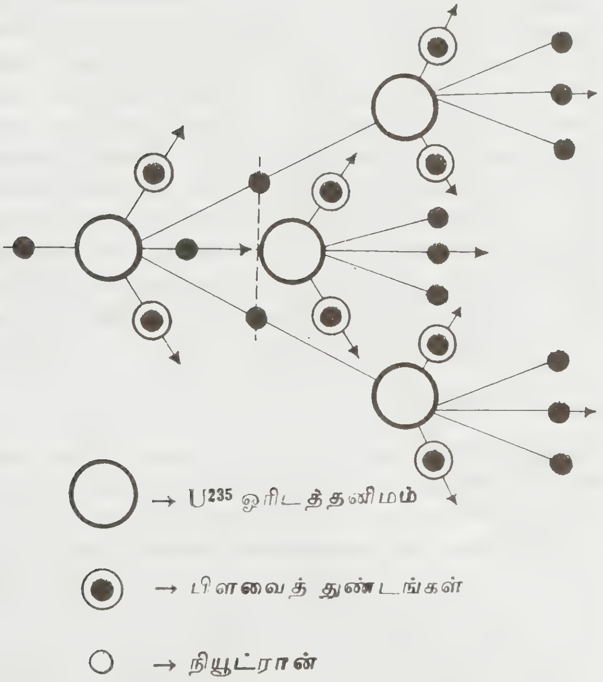
இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட எடை குறைந்த தனிமங்களாகப் பிளவுறுவதை 'அணுக் கருப் பிளப்பு' என்று கூறுகிறோம். இவ்வாறு பிளவு பட்ட துண்டங்களின் மொத்த நிறை பிளப்பிற்கு முன் னிருந்த மொத்த நிறையைவிடக் குறைவாகக் காணப் பட்டது. இந்த நிறை இழப்புதான் அணு ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. ஆற்றலோடு பல புது நியூட்ரான் களும் வெளிப்பட்டன.

அணுக்கருத் தொடர்வினை

*1935*ஆம் ஆண்டு அறிஞர்கள் செய்த பல ஆய்வு களில் அணுக்கருத் தொடர்வினை நிகழும் வாய்ப்புக் கூறுகளை ஆராய்ந்தனர்.

ஒரு யுரேனிய அணுக்கருப் பிளப்பின்போது உண்டாகும் நியூட்ரான்கள் யுரேனியத் துண்டுகளை மறுபடியும் மோதிப் பிளவுபடுத்தினால் ஆற்றலை மேலும் அதிகப்படுத்தலாம் அன்றோ?

ஒரு பிளப்பின்போது *3* நியூட்ரான்கள் வெளிப்படு கின்றன எனக் கொள்வோம். (படம்-*1*) இந்த மூன்று



படம் 1. அணுக்கருத் தொடர்வினை

நியூட்ரான்களும் மற்றொரு யுரேனிய அணுக்கருவை மோதி 9 நியூட்ரான்களையும் தொடர்ந்து 27,81,243, 729, ... நியூட்ரான்களையும் தோற்றுவிக்கும். இப் பிளப்பு தொடர்ந்து நீடித்தால் 13ஆம் முறை பத்து இலட்சம் நியூட்ரான்கள் உண்டாகும். இந்நிகழ்ச்சி புறத்தூண்டுதல் இல்லாமல் தொடர்ந்து நடைபெறு வதால் இதற்கு அணுக்கருத் தொடர்வினை என்று பெயர். இத்தொடர் நிகழ்ச்சி மிகக் குறுகிய நேரத் தில் (அதாவது ஒரு நொடியில் கோடியில் ஒரு பங்கு நேரத்தில்) நிகழ்கிறது என்பது இங்குக் குறிப்பிடத் தக்கது. இத்தொடர்வினை முறையால் ஒரு கிலோ கிராம் நிறையுள்ள யுரேனியத் தனிமம் 2.26 கோடி கிலோ வாட் மணி ஆற்றலைக் கொடுக்கும் எனக் கணக் கிடப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து 2.26 கோடி யூனிட் மின்சாரம் பெறலாம்.

இங்கு நாம் முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியது என்னவெனில், ஒவ்வொரு நியூட்ரானும் வெளிப்பட்ட உடன் அது நேராகத் தாக்க யுரேனியத் தனிமம் அதற்குக் கிடைக்க வேண்டும். அப்படித் தாக்காமல் நழுவிச் சென்றால் நியூட்ரான்கள் மேற்கூறியபடி பன் மடங்காகப் பெருக முடியாது. எனவே ஆற்றல் அதி கரிக்கும் வாய்ப்பு குறைகிறது. ஆகையால் யுரேனியத் தனிமத்தின் அளவை அதிகரிக்க வேண்டிய இன்றியமை யாமை ஏற்படுகிறது. அப்படி அதன் அளவை அதிக ரித்தாலும்கூடத் தொடர்வினை நீடிக்கும் வாய்ப்பு இல்லாமல் போகலாம்.

அணுக்கரு வெடிப்பு

யுரேனியத் தனிமத்திற்கு ஏழு ஓரிடத் தனிமங்கள் உண்டு எனக் கண்டோம். நிறை எண் 238 கொண்ட U^{238} என்னும் யுரேனிய ஓரிடத்தனிமம் மிக அதிக அளவில் கிடைத்தாலும், நிறை எண் 235 கொண்ட மிகக் குறைவாகக் கிடைக்கும் U^{235} என்னும் ஓரிடத் தனிமமே அணுக்கரு பிளப்புக்கு உகந்ததுஎன்று அறிஞர் கள் கண்டனர். தொடர்வினை நிகழ, இந்த ஓரிடத் தனிமம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேற்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். இதற்கு மாறுநிலை அளவு (Critical size) என்று பெயர். மாறுநிலை அளவிற்கும் மிகவும் அதிக அளவினைக் கொண்டதாக இருந்தால், அதாவது மீமாறுநிலை அளவினைக் (Super critical) கொண்டதாக இருந்தால், அணுக்கருப் பிளப்பு ஏற்படும்போது அள வற்ற ஆற்றல் உண்டாகி 'அணுக்கரு வெடிப்பு' ஏற் படும். இந்நிகழ்ச்சியின்போது, நிறை மாற்றத்தால் உண்டாகும் அளவற்ற ஆற்றலுடன் கதிர்வீச்சுக் கொண்ட அணுக்கருப் பிளவைத் துண்டங்களும் (Radio-active fission fragments), அளவற்ற நியூட் ரான்களும் வெளிப்படுகின்றன.

மாறுநிலை அளவைவிடக் குறைவாக உள்ள (Sub-critical size) இரண்டு யுரேனியத் துண்டுகள் (U^{235} ஓரிடத்தனிமம்) ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டால் அது மீ மாறுநிலையை அடைந்து கட்டுக்கடங்காத தொடர் வினை ஏற்பட்டு அணுக்கரு வெடிப்பு உண்டாகிறது. மீ மாறுநிலையில் உள்ள யுரேனிய ஓரிடத் தனிமத்தை நியூட்ரானைக்கொண்டு கூடத் தாக்கவேண்டிய தேவை இல்லை. ஏனெனில் அண்டக் கதிர்கள் (Cosmic rays) வளி மண்டலத்திலிருந்து பூமிக்கு வருவதால், பூமியில்

நிறைய நியூட்ரான்கள் உள்ளன. மேலும் சில யுரேனிய அணுக்கருக்கள் நியூட்ரான்கள் தாக்காமலேயே தன்னிச்சையாய்ப் பிளவுறுகின்றன (Spontaneous fission); பிளவுறும்போது நியூட்ரான்களைத் தோற்றுவித்துத் தொடர்வினையினை நிகழச் செய்கின்றன.

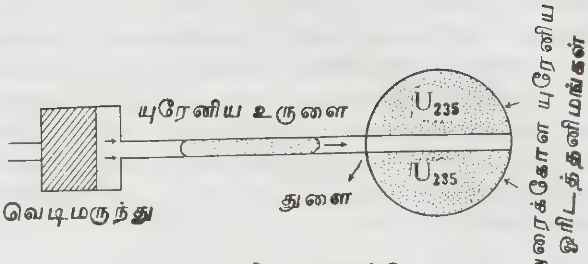
ஒரு குறுகிய இடத்தில், மிகக் குறைந்த நேரத்தில் மிக அதிக ஆற்றல் உண்டானால், பல்லாயிரக் கணக்கான டன்கள் நிறையுள்ள வெடி மருந்துகள் (Explosives) ஒன்றாக வெடிப்பதைப் போன்று பெரும் பேரதிர்ச்சியுடன் வெடிப்பு உண்டாகும்.

இரண்டு யுரேனிய. ஓரிடத்தனிமத் துண்டங்களை மிகக் குறுகிய காலத்தில் ஒன்றாக இணைப்பது அவ்வளவு எளிமையான செயல் அன்று. இவ்வாறு செய்ய மிகச் சிறந்த பொறியியல் நுட்பம் தேவை. துண்டங்களை ஒன்றாகப் பிணைக்க உயர்ந்த வெடி மருந்துகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மேலும் மீமாறு நிலை நிறையுள்ள யுரேனியத்தைத் தயாரிப்பதில் செயல் முறையில் பல சிக்கல்கள் உள்ளன. தொடர்வினையின் போது சில நியூட்ரான்கள் நழுவிச் செல்லும் வாய்ப்பு உள்ளதால் ஆற்றலின் அளவு குறையும். மேலும் பிளப்பின் போது உண்டாகும் வெப்பம் யுரேனியத்தை உருக்கி விடும். அதனால் வெடிப்பு ஏற்படுவதற்கு முன்பே தொடர்வினை நின்றுவிடக் கூடும்.

அணுக்கரு வெடிப்பின் போது அளவற்ற வெப்பமும், ஒளியும் கதிரியக்கமும் உண்டாகும். வெப்பத்தின் அளவு பல இலட்சம் டிகிரிக்கும் மேற்பட்டதாக இருக்கும். வெடிப்பு ஏற்படும் இடத்தில் அளவற்ற அழுத்தம் உண்டாகும். இவ்வெடிப்பு அதிர்ச்சி அலைகளை (Shock waves) உண்டாக்கும். இவ்வலைகள் கதிரியக்கத்தைக் காற்றில் பரப்பி உயிரிழப்பு உண்டாக்கும். இதனால் உண்டாகும் கதிரியக்கக் காமா-கதிர்களும், கதிரியக்கப் பொருள்களும் நீண்ட நாட்கள் வரை சுற்றுப்புறத் தூய்மையைக் கெடுக்கும். வெடிப்பிற்குப் பின், பிளப்புத் துண்டங்கள் பூமியில் விழுந்து அவ்விடங்களில் அழிவை ஏற்படுத்தும்.

அணுகுண்டு

அணுக்கரு வெடிப்பு உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி அணுகுண்டு (Atomic Bomb) ஆகும். அரைக்கோள வடிவுள்ள மாறு நிலை அளவைவிடச் சற்றுக் குறைவாக உள்ள இரண்டு U^{235} ஓரிடத்தனிமங்கள் ஒரு சிறிய துளையால் (Aperture) பிரிக்கப் பட்டிருக்கும் (படம்-2). வெளிப்புற வேதியியல் வெடிப்பு உண்டாக்கி மற்றுமொரு சிறிய உருளை வடிவான யுரேனிய ஓரிடத்தனிமத்தை வேகமாக இயக்கி அதனை இரண்டு அரைக் கோளங்களுக்கு இடையில் செலுத்தினால் வெப்பத்தின் காரணமாய் இவ்விரண்டும் ஒன்றாகப் பிணைந்து மாறு நிலை அளவை அடைகின்றன.



படம் 2. அணுகுண்டு

இதனால் கட்டுக்கடங்காத தொடர்வினை நிகழ்ந்து மிகப்பெரிய வெடிப்பு ஏற்படும்.

இரண்டாம் உலகப் போரில், முதன்முதலாக 1945 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் 5. ஆம் நாள், காலை 8-11 மணிக்கு ஜப்பானில் உள்ள ஹிரோஷிமா என்னும் நகரில் 31,600 அடி உயரத்தில் இருந்து அணுகுண்டு வெடிக்கப்பட்டது. இதன் விளைவுகள் நாம் அறிந்தனவே. ஹிரோஷிமா, நாகசாகி என்ற ஜப்பானிய நகரங்கள் இருந்த இடம் தெரியாமல் அழிந்தன.

அணுகுண்டை அழிவுக்கு மட்டும்தான் பயன்படுத்த முடியுமா? இல்லை. ஆற்றல் வெளிப்படும்போது தோன்றும் கதிர்வீச்சு (Radiation) நமக்குத் தீங்கு விளைவிக்கவில்லை என்றால் அதனை ஆக்கப் பணிக்கும் பயன்படுத்தலாம். பூமிக்கு வெகு ஆழத்தில் அணுகுண்டை வெடிப்பதன் மூலம் அதனால் உண்டாகும் கதிர்வீச்சும் மிகுதியாகக் குறையும். எனவே இதனைப் பூமியை அதிக ஆழம் தோண்டி மண் எடுக்கும் பணிக்கும், கால்வாய்கள், துறைமுகங்கள் இவற்றை ஆழப் படுத்தும் பணிக்கும் பயன்படுத்தலாம். எண்ணெய்க் கிணறுகளில் ஊற்று நின்றுவிட்டால் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள கற்பாறைகளை அணுகுண்டால் தகர்த்து மறுபடியும் ஊற்று உண்டாக்கலாம்.

அணுஉலை (Nuclear Reactor)

தற்காலத்தில் அணு அடுக்கு (Atomic Pile), அணு உலை இவற்றில் தொடர்வினை கட்டுப்படுத்தப் பட்டுத் தேவையான ஆற்றல் பெறப்படுகிறது. இவற்றில் கிராஃபைட் (Graphite), காட்மியம் (Cadmium), கனநீர் (Heavy Water) போன்றவை நியூட்ரான்களின் விரைவைக் குறைத்து தொடர்வினையை மட்டுப்படுத்தும் தணிப்பான்களாகச் (Moderators) செயல்படுகின்றன. அணு உலைகள் மின் ஆற்றலையும் வெப்ப ஆற்றலையும் பெறவும் ஓரிடத்தனிமங்களை உருவாக்கவும் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

அணுக்கருப் பிணைப்பு (Nuclear Fusion)

இஃது அணுக்கருப் பிளப்பு முறைக்கு நேர் எதிரான முறையாகும். அணுக்கருப் பிளப்பின்போது ஓர் அணுக்கரு இரண்டு துண்டங்களாகப் பிளவுபட்டு அவற்றோடு ஆற்றல் உண்டாகிறது எனக் கண்டோம். இரண்டு

எடை குறைந்த அணுக்கருக்கள் ஒன்றாகப் பிணைக்கப்பட்டு அதிக நிறை கொண்ட ஒரே அணுக்கருவாக மாற்றப்படும்போது அதிக ஆற்றல் உண்டாகிறது. இம்முறைக்கு 'அணுக்கருப் பிணைப்பு' என்று பெயர்.

அய்ட்ரஜன் குண்டு (Hydrogen bomb)

அய்ட்ரஜன் குண்டு தயாரிக்க அணுக்கருப் பிணைப்பு முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதிலிருந்து அணு குண்டைவிட ஆயிரம் மடங்கு அதிகமான ஆற்றலைப் பெறலாம். ஆனால் அய்ட்ரஜன் குண்டை இயக்க அதன் வெப்பநிலையும், அவ்விடத்தின் அழுத்தமும் மிகமிக அதிகமாக இருக்கவேண்டும். இந்த வெப்ப நிலையைப் 'பிளாஸ்மா நிலை' (Plasma state) என அழைக்கிறோம். பிளாஸ்மா நிலையில் நிகழும் அணுக்கருப் பிணைப்புச் செயல்கள் 'வெப்பக் கருச்செயல்கள்' (Thermo nuclear reaction) எனப்படும் பிளாஸ்மா நிலையை ஓர் அணுகுண்டை முதன்மைக் குண்டாகப் (Primer) பயன்படுத்தி உண்டாக்கலாம். ஓர் அணு குண்டு வெடித்தால் சுமார் 5 கோடி டிகிரி செல்சியசுக்கு மேல் வெப்பநிலை உண்டாகிறது. இந்நிலையில் கருப் பிணைப்பு ஏற்படுவது எளிது.

ஓர் அய்ட்ரஜன் குண்டில் டியூட்ரியம் (Deuterium), டிரிடியம் (Tritium), லிதியம் (Lithium) போன்ற இலேசான தனிமங்களோடு அணுகுண்டு ஒன்றும் சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். அணுகுண்டு வெடிக்கின்றபோது மேற்கண்ட தனிமங்கள் ஒன்றாகப் பிணைய அதிக அளவில் ஆற்றல் கிடைக்கிறது. இத்தகைய பிணைப்புக் குண்டுகளில் (Fusion bombs) கதிரியக்கப் பொருள்கள் வெளியாவதில்லை. ஆனால் அணு குண்டு வெடிப்பின் மூலம் உண்டாகும் கதிரியக்கத்தால் பாதிப்பு ஏற்படும். பிளாஸ்மா நிலைக்குக் கொண்டு வரச் சிறந்த தொழில்நுட்பம் தேவை என்றாலும், பிளப்பு முறையைவிட இம்முறை மிகச்சிறந்தது. மேலும் பிணைப்புக்குத் தேவையான அய்ட்ரஜன் ஓரிடத்தனிமங்கள் மிக எளிதில் கிடைக்கக் கூடியன.

முதன்முதலில், 'மைக்' (Mike) என்னும் பெயரில் அய்ட்ரஜன் குண்டு 1952ஆம் ஆண்டு மார்ஷல் தீவுகளில் (Marshall Islands) உள்ள எனிவிடாக் (Eniwetok) என்னும் இடத்தில் வெடிக்கப்பட்டு ஆராய்ச்சி செய்யப் பட்டது.

தற்போது, பொருள்களை அழிக்காமல் உயிரினங்களை மட்டும் சாகச் செய்யும் சாவுக் கதிர்களை (Death rays) உண்டாக்கவல்ல 'நியூட்ரான்' குண்டுகளைத் (Neutron bombs) தயாரிப்பதில் பல நாடுகள் ஈடுபட்டுள்ளன. இத்தகைய குண்டுகள் போர்க் காலங்களில் பயன்படுத்தப்படலாம்.

மு. நா. சீ.

நூலோதி

1. டாக்டர் இரா. சபேசன், 'அணுக்கருவியல்', தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை 1970.

2. கோ. பாலசுப்பிரமணியன், 'அணுக்கரு இயற்பியல்', தமிழ் நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம், சென்னை, 1961.

3. J. B. Rajam *'Atomic Physics'*, S. Chand & Co., New Delhi, 1974.

அணுக்கரு வேதியியல்

'அணுக்கரு வேதியியல்' (Nuclear Chemistry) என்பது வேதியியல் ஆய்வு முறைகளையும் (Methods) செய்முறைகளையும் (Techniques) பயன்படுத்தி அணுக்கரு அறிவியலில் (Nuclear Science) தோன்றும் வினாக்களுக்கு விடைகாண முயலும் ஓர் ஆய்வியல் துறையாகும். வேதியியல் ஆய்வுகளே கதிரியக்கத் தனிமங்களைக் (Radioactive elements) கண்டறிய உதவின. அணுப்பிளப்பு வினை மாற்றங்களை (Nuclear fission reactions) முதன் முதலில் நிலைநாட்டியவர்களும் வேதியியல் ஆய்வாளர்களே. இன்றைய அணுக்கரு வேதியியல், புத்தம்புதிய கதிரியக்கத் தனிமங்களை உருவாக்கி அவற்றின் பண்புகளை நிலை நாட்டுகிறது. இவை மனிதனுக்கு நோய் நீக்கும் மருந்தாக, உணவை நீண்டநாள் கெடாமல் பாதுகாக்கும் கதிர் வீச்சுப் பொருளாக, உயர்வகை விளைச்சல் தரும் வித்துக்களை உருவாக்கும் படைப்பாளியாக, உலகின் பல்வேறு பாறைகளின் கோடிக்கணக்கான ஆண்டு வரலாறுகளை வரையறுக்கும் வரலாற்றுக்குத் துணையாகப் பயன்பட்டு வருகின்றன. மனிதனின் வருங்கால ஆற்றலின் ஊற்றாக விளங்கும் அணு உலைகளுக்கான (Nuclear reactors) வேதியியல் பணிகளை வேதியியல் ஆய்வாளர்களே மேற்கொள்கின்றனர். மனிதனின் வருங்காலத்தையே ஒரு கேள்விகுறியாக்கியிருக்கும் அணுகுண்டுகளின் (Atom bombs) உருவாக்கத்திலும் அணுக்கரு வேதியியலுக்குப் பங்குண்டு. இவ்வாறு மனிதனின் வருங்கால வாழ்விலும் தாழ்விலும் பெரும் பங்கேற்கும் ஓர் ஆய்வுத்துறையின் தோற்றம், வளர்ச்சி, ஆய்வுமுறைகள், பயன்கள் போன்ற செய்திகளை இங்கே காண்போம்.

1898 ஆம் ஆண்டில் மேரி கியூரியும் (Marie Curie) அவருடைய கணவரான பியரி கியூரியும் (Pierre Curie) ஒரு வகை உலோக மூலத்திலிருந்து (Metallic ore) கதிரியக்கத் தன்மை கொண்ட பொலோனியம் (Polonium), ரேடியம் (Radium) என்ற தனிமங்களைப் பகுத்தெடுத்து அவற்றின் கதிரியக்கப் பண்புகளை வரையறுத்தனர். இந்த வேதியியல் சார்ந்த இருவரின் ஆய்வின் பயனாக அணுக்கரு-வேதியியல் எனும் துறை பிறந்தது. புதிய கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் பகுத்தெடுக்கும் பணிதொடர்ந்தது. ஆக்டினியம் (Actinium), ரேடான் (Radon) போன்ற தனிமங்கள் பகுத்தெடுக்கப்

பட்டன. இத்தனிமங்கள் வெளியிடும் கதிரியக்கங்களை (Radiations) ரூதர்ஃபோர்டு (E. Rutherford) பகுத்தாராய்ந்தார். இவைஇரு நேர்மின்னேற்றங்களை(Positive charge) உடைய α-துகள்கள்(α-Particles), ஓர் எதிர் மின்னேற்றத்தை உடைய பீட்டா-துகள்கள் (β-Particles), உயர் அதிர்வைக் (High frequency) கொண்ட மின் காந்தஅலையின் (Electro magnanetic wave) பகுதியான γ கதிர்கள் (γ-rays) ஆகியவற்றால் ஆனவை என்பது நிலைநாட்டப்பட்டது. $\alpha\beta$ கதிர்கள் அணுக்கருவிலிருந்து வெளியேறும்போது அணுக்கருக்களில் உள்ள மொத்த நேர்மின்னேற்ற எண்ணான அணு எண் (Atomic number) மாறுகிறது என்று தாமஸ் சோடி (Thomas Soddy) நிலைநாட்டினார். பல நூற்றாண்டுகளாக ஒரு தனிமத்தை (பாதரசம் போன்ற உலோகத்தை) மற்றொரு தனிமமாக (தங்கமாக) மாற்ற முயன்று வந்த இரசவாதக் கனவு இயற்கையிலேயே நடந்து கொண்டிருப்பது தெரியவந்தது. ஒரே அணு எண்ணைக் கொண்ட தனிமங்கள் பல அணு எடையைக் கொண்டிருக்கலாம்; இத்தகைய ஓரிடத்தனிமங்கள் (Isotopes) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஒரே அணு எடையும் அணு எண்ணும் உள்ள அணுக்கருக்களே வெவ்வேறு ஆற்றல் நிலைகளில் இருக்கலாம்; உயர் ஆற்றல் அணுக்கருக்கள் கதிர்களை வெளியிட்டுக் குறைந்த ஆற்றல் அணுக்கருவாக மாறலாம்; இத்தகைய ஓரிட அணுக்கருக்களை (Nuclear isomers) ஹான் (O. Hahn) 1931இல் நிலை நாட்டினார்.

அணுக்கரு வேதியியலின் இரண்டாம் காலகட்டம் 1919இல் தொடங்கியது. ரூதர் ஃபோர்டு, α-துகள்களை நைட்ரஜன் (Nitrogen, N_2) எனும் தனிம அணுக் கருவின்மீது மோதவிட்டார். அப்போது ஆக்சிஜன் (Oxygen O_2), அய்ட்ரஜன் (Hydrogen, H_2) ஆகிய தனிம அணுக்கள் கிடைத்தன.

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}\alpha \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

இத்தகைய சமன்பாடுகளில் எழுத்துகள் அணுக்கருவின் பெயரையும் எழுத்தின் உச்சியிலுள்ள எண் அணு எடையையும் அடியில் உள்ள எண் அணு எண்ணையும் குறிக்கும். இவ்வாறாகச் செயற்கை இரசவாதம் பிறந்தது. செயற்கைத் தங்கம் கூட உருவாக்கப் பட்டது. ஆனால் நம் இரசவாதிகள் கனவு கண்டதைப் போல் அதை அவ்வளவு மலிவாக உற்பத்தி செய்ய முடியவில்லை: இயற்கைத் தங்கத்தைவிட இச்செயற்கைத் தங்கத்தின் உற்பத்திச் செலவு பல நூறு மடங்கு அதிகமாக இருந்தது. இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்களைக் கண்டுபிடித்த கியூரி தம்பதிகளின் மகளும் (Irene curie), மருமகனும் (Juliot) இவ்வாறு உருவாக்கப் படும் தனிமங்களும் கதிரியக்கத்தன்மை கொண்டிருப்பதை (Artificial radioactivity) நிலை நாட்டினர். 1932 இல் சாட்விக் (Chadwick) இத்தகைய அணுக்கரு வினை ஒன்றின் மூலம், அணு எடை ஒன்றுடையதும் மின்னேற்றம் அற்றதுமான நியூட்ரான் (Neutron, $^{1}_{0}n$) எனும் அணுத்துகளைக் கண்டுபிடித்தார். இயற்கை அணுத்துகள்கள் ($^{1}_{1}H$, $^{2}D_1$, $^{4}_{2}\alpha$) பல அணுக்கருக்களைத் தாக்கித் துளைக்கப்போதிய வலுவற்றவை. இவற்றை வலுவூட்டும் முடுக்கிகள் (Accelerators) கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. இவற்றின் உதவியால் புதிய அணு எண்களையும், அணு எடைகளையும் கொண்ட அணுக்கருக்களை (Nucleus) உருவாக்கும் பணி தொடர்ந்தது.

1932இல் ஃபெர்மி (Fermi) அணு எண் 92 உள்ள யுரேனியத்தை நியூட்ரான் துகளால் தாக்கி அணு எண் 93 உள்ள அணுக்கருவை உருவாக்க முயன்றார்.

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{93}X + ^{\beta^0}_{-1}$$

இது அவர் எதிர்பார்த்த வினை மாற்றம். இந்த வினை மாற்றம் நடந்ததா என்பதை அவரால் உறுதியாக நிலைநாட்ட முடியவில்லை. இந்த வினை மாற்றத்தின் போது உண்மையில் யுரேனியம், பேரியம் (Barium), கிரிப்டான் (Krypton) என்ற கிட்டத்தட்ட சம எடையுள்ள இரு துகள்களாகப் பிளக்கப்படுகிறது. இந்த அணுப்பிளப்பு வினை மாற்றம் (Nuclear fission reaction) 1939 இல் ஹான், (O.Hahn), ஸ்டிராஸ்மென் (F.Straussman) என்போரால் நிலைநாட்டப்பட்டது. அணுக்கரு வேதியியலின் மூன்றாவது காலக்கட்டம் தொடங்கியது. அணு குண்டுகளும் அணு உலைகளும் (Atomic reactors) தோன்றின; புதிய கருவியமைப்புகளும், தேவைகளும் தோன்றத் தோன்ற அணுக்கரு வேதியியலும் அவற்றுக்கு ஈடுகொடுக்கும் வகையில் வளரத்தொடங்கியது.

மனிதனின் அறிவியல் வரலாற்றிலேயே அணுக்கரு வேதியியல் வரலாறு ஒரு முக்கியமான நிலையான இடத்தைப் பெறுகிறது. இந்தப்பகுதியில் பெயர் சூட்டப்பட்டுள்ள அனைத்து ஆய்வாளர்களும் உலகின் தலைசிறந்த நோபல் பரிசைப் (Nobel prize) பெற்றவர்கள் எனும் உண்மையே இதற்குப் போதிய சான்றாகும்.

அணுக்கரு வேதியியலின் நேற்றைய வரலாறு மட்டும் புகழ் வாய்ந்ததன்று; அதன் இன்றைய முனைப்புகள் மிகப்பல; நாளை நனவாக்கவிருக்கும் இன்றைய ஆய்வுக் குறிக்கோள்களையும் முன்னேற்றங்களையும் பார்க்கலாம்.

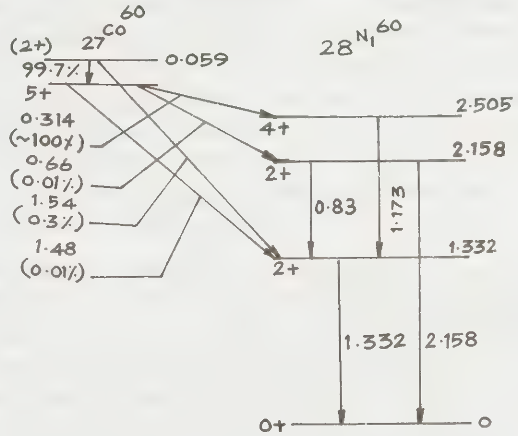
புதிய கதிரியக்கத் தனிமங்களைத் கண்டறிவதும் (Identification), அவற்றின் அணுக்கருப் பண்புகளைக் கணிப்பதும் (Characterisation) இன்றைய

அணுக்கரு வேதியியலின் தலையாய நோக்கம் எனலாம். புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்படும் ஒவ்வொரு கதிரியக்க அணுக்கருவும் α, β துகள்களையோ, γ கதிரையோ, நியூட்ரானையோ வெளியிடலாம். இத்தகைய கதிர்வீச்சின் மூலம் ஒரு தனிம அணுக்கருத் துகள்களின் மொத்த எண்ணிக்கை பாதியாகக் குறைய ஆகும் காலம் அந்தக் கருவின் அரை வாழ்வுக்காலம் (Half life period) எனப் படுகிறது. 1937இல் கிட்டத்தட்ட 200 ஆக இருந்த கதிரியக்க அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை புதிய கண்டுபிடிப்புகளால் இன்று பத்து மடங்கு பெருகியுள்ளது. இவை ஒவ்வொன்றின் கதிரியக்கப் பண்புகளும் இன்று தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. இன்று செயற்கையாக உருவாக்கப்பட்ட, சில நொடிகளிலேயே அழிந்து போய்விடக்கூடிய –சில நொடிகள் மட்டுமே அரைவாழ்வுக்காலம் கொண்ட -கதிரியக்க அணுக்கருக்களின் பண்புகளை அளவிடும் பணி தொடர்கிறது.

புதிய அணுக்கருக்களை உண்டாக்குவதும் (Synthesis) பெருமளவில் உருவாக்குவதும் (preparation) அணுக்கரு வேதியியலின் மற்றொரு குறிக்கோளாகும். புதிய அணுக்கருக்கள் இயற்கைக் கதிரியக்கத்தின் மூலம் உருவாகலாம். இயற்கைக் கதிரியக்கத்துகள்களை அணுக்கருக்களில் மோதவிட்டு உருவாக்கலாம். மின்னேற்றத் துகள்களை முடுக்கிவிட்டு (Accelerate) பின்னர் பிற அணுக்களின் மீது மோதவிட்டு உருவாக்கலாம். (மிகப் பெரிய அணுக்கருவான யுரேனிய அணுக்கருவையே முடுக்கிவிடக்கூடிய மிக ஆற்றல்வாய்ந்த முடுக்கிகளை உருவாக்கும் திட்டங்களும் இன்று செயல்படுத்தப் படுகின்றன). அணு உலைகளில் வெளிவரும் நியூட்ரான்களின் பாதையில் வைக்கப்படும் அணுக்களை நியூட்ரான் தாக்கும்போதும் புதிய அணுக்கருக்கள் உருவாகின்றன. அணு வெடிப்பு ஆய்வுகளின்போது வரும் கதிர்வீச்சில் வைக்கப்படும். அணுக்கருக்களிலிருந்தும் புதிய அணுக்கருக்கள் உருவாகலாம். இத்தகைய முயற்சிகளால் இன்று 2000-க்கும் மேற்பட்ட கதிரியக்க அணுக்கருக்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் சில பெருமளவில் தயாரிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இயற்கையில் அணுஎண் 92 வரை உள்ள தனிமங்கள் தான் உள்ளன. அணுக்கரு வேதியியல் உருவாக்க முறைகளால் அணு எண் 105 வரையிலான தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. 106 முதல் 110வரை அணு எண் உள்ள தனிமங்களைக் கண்டுபிடித்துவிட்டதாகச் சில ஆய்வுக்கட்டுரைகள் குறிப்பிடுகின்றன. ஆனால் இன்னும் இவை உறுதியாக நிலைநாட்டப்படவில்லை. 110 முதல் 116 வரை அணு எண் கொண்ட தனிமங்களின் வேதியியல் பண்புகள் தனிமப் பட்டியலின் (Periodic Table) அடிப்படையில் முன்னறிவிக்கப்பட்டுள்ளன. அணு எண் 170 முதல் 210 வரை உள்ள தனிமங்கள் கூட இருக்கலாம் என நம்பப்படுகிறது; இவற்றை உலகிலும், வானவெளியிலும், நிலவிலும், நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டத்திலும் (Universe) தேடும் பணிகள் தொடர்கின்றன.

அணுக்கருவின் அமைப்பையும், பல்வேறு ஆற்றல் நிலைகளையும் கண்டறிவது அணுக்கரு வேதியியலின் மற்றொரு நோக்கமாகும். ஒவ்வோர் அணுக்கருவும் வெளியிடும் பல்வேறு கதிர்வீச்சுகளின் ஆற்றல் (Energy), அடர்வுகளின் (Density) தன்மையைக் கொண்டு அவற்றின் ஆற்றல் நிலைகளைத் தெளிவாகக் காணலாம். மருத்துவவியலில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படும் ${}^{60}_{27}Co$ அணுக்கருவின் அமைப்பை வரைபடம் 1 காட்டுகிறது. இதைப்போன்று ஒவ்வோர் அணுக்கருவிற்கும் அதன் கதிர்வீச்சால் உருவாகும் புதிய அணுக்கருவிற்கும் தனித்தனி வரைபடங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன; இன்றும் உருவாக்கப்பட்டுவருகின்றன.

வரைபடம்1: ${}^{60}_{27}Co$ இன் சிதைவு முறை ஆற்றல் அளவு 10 லட்சம் எலக்ட்ரான் வோல்ட்களில் குறிக்கப் பட்டுள்ளது. β கதிர்வீச்சால் கிடைக்கும் ${}^{60}_{28}Ni$ இன் அமைப்பையும் படத்தில் காணலாம்.



அணுக்கருவை மற்றோர் அணுக்கருத்துகள் எப்படிச் சென்றடைகிறது? இந்தத் தாக்குதலால் அணுக்கரு எத்தகைய அதிர்வுகளுக்குள்ளாகிறது? அதன் விளைவுகள் என்ன? ஏன் சில அணுக்கருக்கள் சிதைவதில்லை? வேறு சில சிறிய அணுத்துகள்களை ஏன் வெளியிடுகின்றன? வேறு சில அணுக்கருக்கள் ஏன் கிட்டத்தட்ட சம எடையுள்ள இரு அணுக்கருக்களாகச் சிதைகின்றன? அணுக்கரு வினை மாற்றங்கள் (Nuclear reactions) பற்றிய இத்தகைய அடிப்படைக் கேள்விகளுக்கு விடைகாண்பதும் அணுக்கரு வேதியியலின் மற்றொரு முக்கிய நோக்கமாகும்.

அணுக்கரு வேதியியலுடன் ஒன்றாக வளர்ந்து வந்த சில ஆய்வுத்துறைகள் இன்று தனித்தனியாக வளர்ந்து செழித்து வருகின்றன, இவற்றுக்கிடையிலான வேறுபாடுகள், வரையறைகள் மிகவும் தெளிவானவையல்ல; எனினும் இந்த வரையறைகளைத் தெளிவுபடுத்திக் கொள்வது நல்லது.

கதிரியக்க வேதியியல் (Radio chemistry) என்பது வேதியியல் ஆய்வுகளில் கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் பயன்படுத்திப் புதிய உண்மைகளைக் கண்டறிய முயலும் ஆய்வுத்துறையாகும். சுருங்கச் சொன்னால், வேதியியலால், அணுக்கரு வேதியியல்துறை பயன் பெறுகிறது. கதிரியக்கத்தனிமங்களால், கதிரியக்க வேதியியல் பயன்படுகிறது.

கதிர்வீச்சு பல்வேறு வேதிப்பொருள்கள், விதைகள், செடிகள், உயிர்களின் மீது பல்வேறு நல்ல அல்லது தீய விளைவுகளை உருவாக்குகிறது. தீய விளைவுகளைத் தவிர்க்கவும் நல்ல விளைவுகளை உருவாக்கவும் முயலும் ஓர் ஆய்வுத்துறை கதிர்வீச்சு வேதியியல் (Radiation chemistry) என்ற துறையாக வளர்ந்து வருகின்றது.

அணுக்கரு இயற்பியலும் (Nuclear physics) அணுக்கரு வேதியியலும் மிகவும் நெருங்கிய தொடர்புள்ள துறைகளாகவும், ஒரே வகை ஆய்வு முறைகளைக் கையாண்டு அணுக்கருவின் அமைப்பைக் கண்டறிவதை நோக்கமாகக் கொண்டவையாகவும் இருக்கின்றன. எனினும் இவற்றுக்கிடையில் ஒரு முக்கிய வேறுபாட்டைக் குறிப்பிடலாம். அணுக்கரு இயற்பியல் α, β துகள்களை விடச் சிறிய துகள்களைப் பற்றியும், சிறிய அணுக்கருக்களின் விளக்கமான அமைப்பைப் (Detailed structure) பற்றியும் ஆராய முயல்கிறது. அணுக்கரு வேதியியல், பெரிய அணுக்கருக்களின் அமைப்பையும் வேதியியல் வினைமாற்றங்களையும் ஆராய முயல்கிறது. இன்னும் பெரிய அணுக்கருக்களைக் கண்டறிய முனைகிறது.

அணுக்கரு வேதியியலில் ஒரு வேதி ஆய்வாளர் (Chemist) தன் வழக்கமான ஆய்வு முறைகளை மட்டும் வைத்துக் கொண்டு வெற்றி பெற முடியாது. அவர் இங்கே பல புதிய சூழ்நிலைகளைச் சந்திக்கிறார். புதிய கேள்விச் சுவர்கள் எழுப்பப்படுகின்றன. வேதியியலுக்கும் அணுக்கரு வேதியியலுக்குமிடையிலுள்ள இத்தகைய வேறுபாடுகள் யாவை?

கதிரியக்க அணுக்கருக்களைப் பெரும்பாலும் அவற்றின் ஓரிடத்தனிமங்களிலிருந்து பகுத்தெடுக்கவேண்டும். இவற்றின் வேதியியற் பண்புகளின் வேறுபாடு மிகக் குறைவு ($^{1}_{1}H$ $^{2}_{1}D$ தவிர). எனவே இவற்றைப் பகுத்தெடுப்பதில் புதிய நுட்பங்கள் கையாளப்படவேண்டும்.

ஒரு கதிரியக்கத் தனிமத்தின் பண்புகள் துல்லியமாகக் கணிக்கப்பட வேண்டுமானால், அது மிகத் தூய்மையான நிலையில் (Ultra pure state) தயாரிக்கப்படவேண்டும். மிகச் சிறிய அளவு மாசுகள் (Impurity) கூட மிகவும் தவறான ஆய்வு முடிவுகளில் கொண்டு போய் விட்டுவிடும்.

வேதியியல் ஆய்வுகளில் பயன்படுத்தும் குறைந்த அளவு சில நூறு மில்லிகிராம் அளவு இருக்கும் (10^{-10} M). இதில் கோடியில் ஒரு பங்களவில்தான் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் கிடைக்கின்றன (10^{-10} M). இந்த அளவு தனிமங்களைக் கையாளுவது எளிய செயலன்று என்பது தெளிவு. அது மட்டுமல்ல. இத்தகைய மிகக் குறைந்த அடர்வுகளில் கரைசல்களின் (Solutions) வேதிப்பண்புகள் முற்றிலும் வேறாக இருக்கக்கூடும்,

சில கதிரியக்கத் தனிமங்களின் அரை வாழ்வுக்காலம் சில நொடிகள் எனக் குறிப்பிட்டோம். இத்தகைய குறுகிய காலத்திற்குள் இத்தனிம அணுக்கருக்களைத் தூய்மையாகப் பகுத்தெடுத்து அதன் பண்புகளை அளவிட வேண்டும்.

கதிரியக்க அணுக்கருக்களைப் பிரித்தெடுக்கும்போதும் கதிரியக்கம் வெளிவந்து கொண்டேயிருக்கும். இதனால் வேதிமாற்றங்கள் பல தொடர்ந்து நடக்கலாம். இவற்றின் விளைவுகளைத் தெளிவாகப் பகுத்தறியவேண்டும். இல்லாவிட்டால் வேதியியல் பகுப்பாய்வே தோல்வியில் முடிந்துவிடும்.

இத்தகைய நுணுக்கமான ஆய்வுகளைக் கையாள்வதில் மிகவும் கவனமாக இருக்கவேண்டும். கதிரியக்கத்தினால் ஆய்வாளரின் உடல்நிலை பெரிதும் பாதிக்கப்படலாம். புதிய ஆய்வுகளின்போது எதிர்பாராத கதிர்வீச்சு விளைவுகள் ஏற்படலாம். எனவே எல்லா வேதியல் ஆய்வுகளும் தொலைக் கட்டுப்பாட்டு முறையிலே (Remote control) செய்யப்படவேண்டும்.

இத்தகைய தடைகள் எவ்வாறு தகர்க்கப்படுகின்றன என்பதை இனிச்சுருக்கமாகக் காண்போம்.

அணுக்கரு வேதியியல் ஆய்வாளரின் முதல் பணி கதிரியக்கப் பொருளைத் தயாரிப்பதாகும் (Sample preparation). அளக்க விரும்பும் கதிரியக்கத் தன்மைக்கேற்ப இந்த அமைப்பு முறையும் மாறுபடும்.

α-துகள்களும் அதைவிடக் கனமான அணுத்துகள்களும் அதிக எடையின் காரணமாக அதிகத் தொலைவு நகர முடியாதவை, எனவே இத்தகைய துகள்களை அளக்க விரும்பினால் ஒரு சதுர சென்டிமீட்டரில் 0.1 மில்லிகிராம் அல்லது அதற்கும் குறைவான அளவில் கதிரியக்க அணுக்கள் படிய வைக்கப்பட வேண்டும். மிக மெல்லிய அலுமினியத் தகடு (Aluminium foil) போன்றவற்றின் அணுக்கருக்களை மிக மெல்லிய படலங்களாகப் படிய வைக்கவேண்டும். மின்படிவாக்கம் (Electroplating), விசைத்தெளிப்பு (Spraying), ஆவியாக்கல் (Votlalising) போன்ற முறைகள் இத்தகைய மெல்லிய இலக்குகளை (Target) உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

β-துகள்கள், α-துகள்களைவிடப் பல்லாயிரம் மடங்கு எடை குறைவானவை. அணுக்கருவிலிருந்து இவை பல்வேறு ஆற்றல்நிலைகளில் வெளிவரக் கூடும். எனவே இவற்றை அளவிடும்போது, அணுக்கருக்கள் உலோகத் தகடு அல்லது வடிதாள்களில் (Filter paper)

மெல்லிய படலங்களாக உருவாக்கப்படலாம். படலங்களின் மறுபுறத்தில் கதிர்வீச்சை அளக்கலாம். இம்முறை, வெளி அளவீடு (External counting) எனப்படுகிறது. பால்மக்கரைசலாக (Emulsion) அல்லது வளிம நிலையிலுள்ள கதிரியக்கப் பொருள்களைக்கூட நேரடியாக, β-துகள்களை அளக்கப் பயன்படுத்தலாம். இம்முறையை உள் அளவீட்டு முறை (Internal counting) என்பர்.

γ கதிர் வீச்சுகள் மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்தவை; எடையற்றவை; எனவே இவற்றை அளக்க மேலே குறிப்பிட்ட எல்லா முறைகளிலும் இலக்குகளை உருவாக்கிக் கொள்ளலாம்.

கதிர் வீச்சு அளவீடுகள் பெரும்பாலும், அணுக்கருவின் அரைவாழ்வுக் காலத்தை அளவிட முயல்பவை. இத்தகைய ஆய்வுகள் சார்புத் (Relative) தன்மை கொண்டவை. மொத்தக் கதிரியக்கத்தை அறிய முழுமை அளவீட்டு முறைகள் (Absolute counting) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதற்கு இன்னும் கட்டுக்கோப்பான இலக்கு உருவாக்க முறைகளும் (Controlled sample preparations), கருவியமைப்புகளும் தேவைப்படும்.

பல்வேறு அணுக்கருக்கள் வெளியிடும் கதிரியக்கத்தின் அளவையும் (Quantity) ஆற்றலையும் (Energy) துல்லியமாக அளவிடுவதன் மூலமே அவற்றை இனங்கண்டு கொள்ளவும் (Identification), ஆற்றல் வரைபடங்களை உருவாக்கவும் முடிகிறது. இத்துறை அணுக்கரு இயற்பியலுக்குப் பொதுவானது. எனவே வியக்கத்தகுந்த செயல் திறமிக்க பகுத்தறி கருவிகள் (Analytical instruments) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

கதிரியக்கத்தைக் கண்டறியும் கருவிகள் (Detectors) அளவீட்டுக் கருவிகளின் முதல் பகுதியாகும். இக்கருவிகளை இருவகைகளாகப் பகுக்கலாம். சோடியம் அயோடைடு படிகம் போன்ற சில பொருள்களில் கதிரியக்கத் துகள்கள் விழுந்தால் அவற்றிலிருந்து ஒளிர்வுகள் (Fluorescence) வெளிப்படுகின்றன. இந்த ஒளிர்வுகள் மேலும் ஒளிப்பெருக்கம் செய்யப்பட்டு அளவிடப்படுகின்றன. இத்தகைய கண்டறிகருவிகள் ஒளித்துடிப்பு எண்ணிகள் (Scintillation counters) எனப்படுகின்றன. பொதுவாகக் கதிர்வீச்சு பல தனிமங்களைத்தாக்கி மின்னேற்றமுள்ள அயனிகளாக (Ions) மாற்றுகின்றது. இந்த அயனிகளைக் கொண்டு கதிர்வீச்சின்பண்புகளைக் கண்டறியும் பல கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அயனிக் கலங்கள் (Ionisation chambers), வளிமப் பெருக்க எண்ணிகள் (Gas multiplication counters) ஆகியன இவ்வகைக் கண்டறி கருவிகளாகும். ஆனால் இன்று மிகத்துல்லியமாகக் கதிர்வீச்சைக் கணிக்க அரைக்கடத்திக் கண்டறிகருவிகள் (Semi-conductor detectors) பழக்கத்திற்கு வந்துள்ளன. கதிர் போன்ற ஓர் அணுத்துகளே பல்வேறு ஆற்றல்நிலைகளில் வெளிவரலாம். இந்த நிலைகளை அளக்க மின்காந்த வரைபடவியல் கருவிகள் (Magnetic spectrometers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கண்டறி கருவிகள் அடையாளம் காட்டும் அணுக்கருவின் பண்புகளைத் தொகுத்து வகைப்படுத்தி, தனித்தனியே பட்டியலிட்டுத்தரும் அளவீட்டுக் கருவிகளும் (Analytical instruments) பெரிதும் வளர்ந்துள்ளன. பல முனை ஆய்வு (Multi channel analyser) முறைகளுடன் கூடிய தானியங்கிக் கணிப்பொறிகள் (Computers) இன்று கதிரியக்க வேதியியல் ஆய்வில் பயன்படுகின்றன. மின்னணுத்துறையில் ஏற்பட்டுள்ள பெரும் முன்னேற்றத்தின் பயனாக, கதிரியக்க அளவீட்டுப் பணிகள் இன்று பெருமளவில் தானியங்கி முறையில் (Automation) விரைவாகவும் துல்லியமாகவும் செயல்படுகின்றன.

செயற்கைச் சிதைவைச் செயலாக்கும் முறைகள்

புதிய கதிரியக்கத் தனிமங்களை உருவாக்கி அவற்றின் பண்புகளை ஆராய்வதே இன்றைய அணுக்கரு வேதியியலின் தலையாய நோக்கமாக அமைகின்றது. முடுக்கிவிடப்பட்ட அணுத்துகள்களை இலக்குகளில் (Targets) தாக்க விடுவதன் மூலம் செயற்கையாக அணுக்கரு வினைமாற்றங்கள் தூண்டப்படுகின்றன. இரண்டு நோக்கங்களுக்காக இந்த ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

தனித்தனி அணுக்கரு வினைமாற்றங்களின் நிகழ்வு முறைகளைக் (Mechanisms) கண்டறிவது அணுக்கரு வினைமாற்ற ஆய்வின் முதல் நோக்கமாகும். இந்த ஆய்விற்குத் தாங்கிகள் மிக மெல்லியனவாக மைக்கா போன்ற கண்டறி கருவிகளால் எளிதில் ஊடுருவக்கூடிய பொருளின் மீது அமைக்கப்படுகின்றன. இப்படலத்தில் முடுக்கித்துகள்கள் தாக்கும்போது ஒவ்வோர் அணுக்கருவும் தாக்கிய துகளும், அதனால் சிதறிய துகள்களும் எந்தெந்தத் திசைகளில் என்னென்ன விரைவுகளில் நகர்கின்றன என்பது புகைப்படங்கள் மூலமும் பிற கண்டறி கருவிகள் மூலமும் தெளிவாக நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. வெவ்வேறு துகள்களின் அணு எடை, மின்னேற்றம் போன்றவையும் அளவிடப்படுகின்றன. இச்செய்திகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அணுக்கரு வினைமாற்றங்களின் நிகழ்வு முறைகள், அவற்றில் வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவுகள் ஆகியன தெளிவாக்கப்படுகின்றன.

புதிய கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் பெருமளவில் தயாரிப்பது (Preparations) அணுக்கரு வினைமாற்றங்களைத் தூண்டுவதன் மற்றொரு நோக்கமாகும். இதற்கான இலக்குகள் மிகத் தடிமனானவையாக அமைக்கப்படுகின்றன. முடுக்கித்துகள்கள் இவற்றைத் தாக்குவதால் உருவாகும் புதிய துகள்களும் கதிர்வீச்சும் இத்தடிமனான இலக்குகளை விட்டுத் தப்பமுடிவதில்லை. அவை இலக்கினுள்ளேயே நகர்ந்து புதிய அணுக்கருக்களைத் தாக்குகின்றன. அணுக்கரு வினைமாற்றங்கள் தொடர்

கின்றன. பல கதிரியக்கத் தனிமங்கள் பெருமளவில் உருவாகின்றன. நிறை நிறமாலையியல் (Mass spectra) மூலம் புதிதாக உருவாக்கப்பட்டுள்ள அணுக்கருக்களின் அணு எடைகளைக் கண்டுகொள்ளமுடியும். இதைக் கொண்டு இலக்கில் உள்ள தனிமங்களின் தன்மையையும் அளவையும் ஊகிக்கலாம். இதன் மூலம் கலவையைப் பகுக்க ஏற்ற முறையையும் திட்டமிட்டுக் கொள்ளலாம்.

சிதைவுக் கலவையைப் பிரிக்கும் வழிகள்

கதிரியக்க அணுக்கலவைகள் (Mixture) இலக்கு பெருமளவு அணுக்களுடன் மேலே குறிப்பிட்ட அணுக்கரு வினைமாற்றங்களின் மூலமோ, அணுஉலை அல்லது அணு வெடிக்கருகில் வைக்கப்பட்ட இலக்குகளின் மூலமோ கிடைக்கின்றன. இக்கலவைகளில் சில தனிமங்களின் அளவு மிகக் குறைவு. ($<10^{-10}$M) இத்தகைய தனிமங்களைப் பிரித்தெடுக்க (Separation) வீழ்படிவாக்கம் போன்ற வழக்கமான வேதியியற் பகுப்பு முறைகள் பயன்படா. கரைப்பான் பிரித்தெடுத்தல் (Solvent extraction), அயனிப் பரிமாற்றம் (Ion exchange) போன்ற முறைகள் பல முறை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தப்பட்டுக் கலவைகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் அதிக அணு எடை உள்ள கலவைகளை இந்த வகையிலும் சரியாகப் பிரிக்க இயலாது. மிகக் குறைந்த அடர்வுள்ள இத்தகைய கலவைகளின் வேதியியற் சமநிலைப் (Chemical equilibrium) பண்புகளும் வேதியியல் இயக்கவியல் (Chemical dynamics) பண்புகளும் பெரிதும் மாறுபடும்.

எனவே இத்தகைய கலவைகளைப் பிரிக்க ஏந்திகள் (Carriers) என்ற கதிரியக்கத்தன்மையற்ற நிலையான தனிமங்கள் கலவையுடன் கலக்கப்படுகின்றன. காட்டாக, கதிரியக்கப் பேரியம் (Barium) ஒரு கலவையில் இருக்கும் என எதிர்பார்த்தால் அக்கலவையை நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து, பேரியம் நைட்ரேட் ஏந்தியை அதனுடன் கலப்பார்கள். இப்போது பேரியம் சல்பேட்டை வீழ்படிவாக்கினால் கதிரியக்கத் தன்மை உள்ள பேரியமும் ஏந்தியாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட பேரியத்துடன் பிரிக்கப்பட்டு விடுகிறது. ஏந்தியின் அளவு அதிகமானால் பிரிப்பு முறை எளிதாகும். ஆனால் மிகவும் அதிகமானால் கதிரியக்கத்தைக் கண்டறியும் திறன் குறையும். வழக்கமாக 10 முதல் 20 மில்லி கிராம் வரை ஏந்திகள் கலவையில் கலக்கப்படும்.

அணு உலைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கலவைகளில் 10 அல்லது 20 தனிமங்கள் வரைகூட இருக்கலாம். இத்தகைய கலவை பல பகுதிகளாகப் பகுக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத்திற்கான ஏந்தியைக் கலந்து, அத்தனிமம் பிரிக்கப்பட்டு ஆராயப்படுகிறது. கலவைப் பகுதியில் உள்ள வேண்டாத தனிமங்களை நீக்க நீக்கிகள் (Scavengers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பல வேண்டாத தனிமங்கள் சல்ஃபைடுகளாகப் (Sulphides) பகுக்கப்படலாம் என்றால் பிஸ்மத் சல்ஃபைடைக் (Bismuth sulphide) கலவையில் கலப்பதனால் அவற்றை நீக்கிவிடலாம்.

சில கதிரியக்கக் கலவைகள் அதிக இயக்கம் (Activity) கொண்டவையாக இருக்கலாம். இத்தகைய கலவைகளில் முழுப்பிரிப்பு (Complete Separation) தேவையில்லை. எனவே ஒரு தனிமத்திற்கு ஒத்த வேதிப் பண்புடைய வேறு தனிமங்களைக் கூட ஏந்திகளாகப் பயன்படுத்தலாம். கதிரியக்கத் தன்மை நன்கு நிலைநாட்டப்பட்ட தனிமங்கள் கூடச் சில வேளைகளில் ஏந்திகளாகப் பயன்படலாம்.

அணுக்கரு வேதியியலின் பல பணிகளைத் தெளிவாக்குவதற்காக இது வரை வினைமாற்றங்களை உருவாக்குதல் (Synthesis), கலவையைப் பிரித்தல் (Separation), பிரிக்கப்பட்ட கலவையைப் பகுத்தாராய்தல் (Analysis) ஆகியவைகளைத் தனித்தனியாக விளக்கினோம். ஆனால் ஓர் அணுக்கரு வேதியியல் ஆய்வகத்தில் இந்தக் கருவியமைப்புகள் யாவும் ஒரே தொகுதியாக (Totally integrated) அமைந்திருக்கும். வினைமாற்ற உலையில் (Reactor) வைக்கப்பட்டிருக்கும் தாங்கியின் மீது முடுக்கித் துகள்கள் தாக்கும். தாங்கியிலிருந்து வளிமத் தனிமங்கள் (எடுத்துக்காட்டாக நைட்ரஜன்-N_2, குளோரின்-Cl_2) வெளிப்பட்டால் அவை வளிம ஏந்திகள் மூலம் உடனே பிரித்தெடுக்கும் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டுப் பல படிகளில் விரைவாகப் பிரிக்கப்படும், இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட தனிமங்கள் தனித்தனியாகக் கண்டறி கருவிகளுக்குச் செலுத்தப்படும். அங்கே ஒவ்வொரு தனிமத்தின் கதிரியக்கப் பண்பும் அளவிடப்படும். இந்தச் செய்திகள் உடனே தானியங்கிக் கணிப்பொறிகளால் தொகுக்கப்பட்டு முடிவுகள் வெளியிடப்படும். இத்தகைய ஆய்வுகள் அனைத்தும் மிக விரைவாகச் செயல்படுத்தப்படுவதனாலேயே சில நொடிகளே அரைவாழ்வுக்காலம் கொண்ட தனிமங்கள்கூடத் துல்லியமாகக் கண்டறியப்படுகின்றன.

பயன்கள்

அணுக்கரு வேதியியல் ஆய்வுகள் பல புதிய கருவிகளின் வளர்ச்சியால் பயன்பெற்றுள்ளன. அதேபோல் இத்துறையின் ஆய்வுத் தேவைகளை நிறைவு செய்வதற்காகப் பல புதிய கருவியமைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. தானியங்கிப் பகுப்பாய்வு முறைகள் பல கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு அணுக்கரு வேதியியல் தூண்டுகோலாக அமைந்தது. இன்று இதே கருவியமைப்புகள் வேறு பல துறைகளிலும் பயன்படுகின்றன.

அணுக்கரு இயற்பியலில் அணுக்கரு அமைப்பு, வினைமாற்றம் பற்றிய கோட்பாடுகளை (Theory) உருவாக்க அணுக்கரு வேதியியல் ஆய்வுகள் பெரிதும் உதவியுள்ளன.

ஓரிடக் கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் (Radio isotopes) பெருமளவில் தயாரித்துத் தரும் பணியை அணுக்கரு வேதியியல் மேற்கொள்கிறது. இத்தகு தனிமங்களே கதிரியக்க வேதியியல், கதிர்வீச்சு வேதியியல் பணிகளுக்கு அடித்தளமாக விளங்குகின்றன.

அணுப்பிளப்பு பற்றிய கண்டுபிடிப்பை அணுக்கரு வேதியியல்தான் நிலைநாட்டியது. இன்றைய ஆற்றல் வாய்ந்த அணு வெடிகளை உருவாக்குவதிலும் அணுக்கரு வேதியியல் சிறந்த பங்கேற்கிறது.

அணு உலைகளை வெற்றியோடு இயக்குவதில் அணுக்கரு வேதியியலுக்குப் பெரும் பங்குண்டு. அணுக்கரு எரிபொருளைத் (Nuclear fuel) தயாரித்தல், கனநீர் (Heavy water) தயாரித்தல், அணுஉலைக் கழிவுகளைக் கையாளுதல் போன்ற பல பணிகளில் வேதியியல் பயன்படுகிறது. இந்தத் துறையில் அணு உலை வேதியியல் (Nuclear reactor chemistry) என்ற ஒரு தனி ஆய்வுத்துறையே இயங்கி வருகிறது.

புவியின் வரலாற்றைக் கணிக்கப் புவிவேதியியல் (Geo chemistry) துறையிலும் பேரண்டத்தின் அமைப்பு, பயன்களை ஆராயும் பேரண்ட வேதியியலிலும் (Cosmic chemistry) அணுக்கரு வேதியியல் கண்டுபிடிப்புகள் பயன்படுகின்றன.

மி. நோ.

நூலோதி

1. **Overman R. T. and H. M. Clark.** *"Radio Isotope Techniques"* Mc Graw-Hill, New York, 1960.

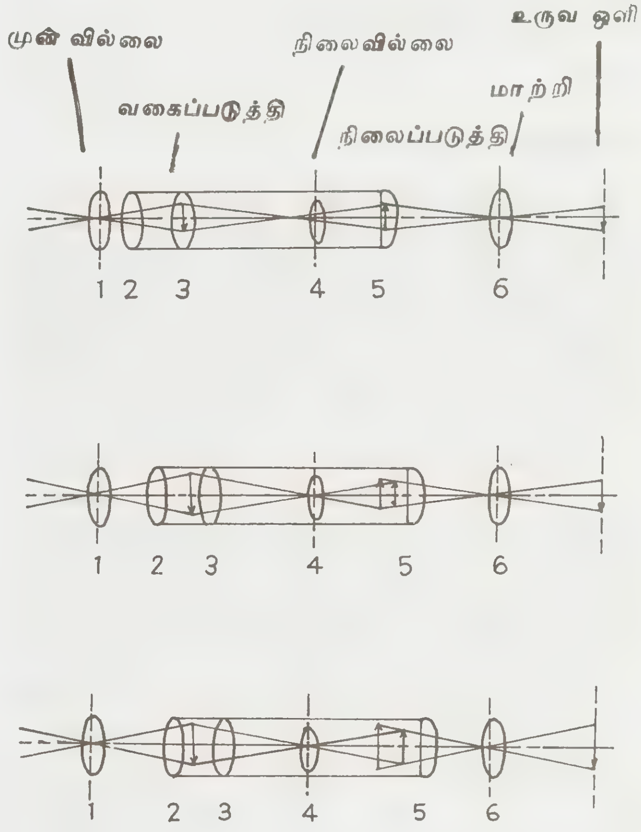
2. **Choppin, Gregory** *"Experimental Nuclear Chemistry"* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1961.

3. **G. Friedlander and J. N. Kennedy,** *"Nuclear and Radio Chemistry"* Wiley, New York, 1955.

அணுக்க வில்லை

அணுக்கவில்லை (Zoom lens) உருப்பெருக்கத்தை மாற்ற உதவும் வில்லைத் தொகுதி. இதில் பொருளின் உருவம் ஏறக்குறைய ஒரே நிலைத்த தளத்தில் தான் அமைந்திருக்கும். இதில் வில்லைகளின் இருப்பிடங்களை மாற்றுவதனால் குவியத் தொலைவை மாற்றி உருபெருக்கத்தின் அளவை மாற்றலாம்.

மாற்றப்படும் குவியத் தொலைவின் அளவிற்கேற்றபடி நேரியல்பு நிலையில் துளைத் தகட்டைத் (Diaphragm) திறந்தால் வில்லைத் தொகுதியின் மொத்தச் சார்பு துளைப்பரப்பு (Relative aperture) மாறாமல் இருக்கும். இந்த வில்லைப் பெயர்ச்சிகளின் போது உண்டாகும் உருவத்தில் ஏற்படும் பிழை மிகக் குறைவாக உள்ளபடி இந்த வில்லையமைப்பை வடிவமைக்க வேண்டும். அதாவது இந்த அணுக்கல் (Zooming) முறையின் தொடக்கத்திலும் இறுதியிலுமாவது உருவத்தில் ஏற்படும் பிழைகள் மிகக் குறைவாக உள்ளபடியும், பிற இடையிடங்களில் ஏற்படும் பிழை மிகப் பெரிதாகாமல் இருக்கும்படியும் வில்லைத் தொகுதியை அமைக்க வேண்டும்.



அணுக்க வில்லைகளின் மூன்று இயக்க இருப்பு நிலைகள்:

அ) அகன்ற கோணம் (Wide angle)

ஆ) நடுநிலைக் கோணம் (Medium angle)

இ) தொலை நோக்குக் கோணம் (Tele photo)

அணுக்க வில்லை வடிவமைக்கும் தொடக்கக் காலங்களில் பதினைந்துக்கும் மேற்பட்ட வில்லைகள் இதில் பயன்படுத்தப்பட்டன. தற்காலத்தில் நான்கே வில்லை

களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். பொதுவாக அணுக்கத் தகவு (Zcom Ratio)3:1 ஆக இருக்கும். இதை 4:1 ஆக இருக்கும்படி மாற்றமுடியும். இந்த அணுக்கல் விளைவைப் (Zooming effect) பெற ஒற்றை நிற இயங்குபடங்களைச் சில நேரங்களில் பயன்படுத்துவதுண்டு. படத்தில் இத்தகைய வில்லைத் தொகுதிகளில் மூன்று இயக்கு நிலைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. 1,4,6 என்ற நிலை வில்லைகள் வில்லையகத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. 2,3,5 என்ற இயங்கு வில்லைகள் இயங்கு உருளையகத்தின் வழியாக அணுக்கக் கைப்பிடியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன (கைப்பிடியைக் கொண்டு மூன்று நிலைகளுக்கு மாற்றிக் கொள்ள இயலும்).

காண்க: ஒளியியல் வில்லைகள்

அணுக்கற்றைகள்

வெற்றிடத்தில் ஒரே திசையில் பாயும் மின்னூட்டமில்லாத அணுத்தாரைகளை அணுக்கற்றை என்பர். இக்கற்றைகளில் உள்ள அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இடையீட்டுவினை புரியாத நிலையில் அமைந்துள்ளன. ஆனால் மின் புலமோ காந்தப் புலமோ செலுத்தி அணுவை ஆயலாம். அணுக்கற்றை ஆய்வுமுறையில் மூலக் கூற்றுக்கற்றையை ஒத்ததே. வரலாற்றுக் காரணங்களால் இரண்டையும் மூலக்கூற்றுக் கற்றை என்றே வழங்குவர்.

அணுக்கற்றை முறை அணு ஆற்றல் மட்டங்களைப் பற்றிய சரியான நிறமாலைச் (Spectroscopy) செய்திகளைத் தருகிறது. இம்முறையினால் மின்துகள்களுக்கு இடையில் உள்ள இடையீட்டு வினையையும், மின் துகள் அணுக்கரு ஆகியவற்றிடையில் உள்ள இடையீட்டு வினையையும், அணுவகத்துள்ள எல்லா உள் கூறுகளும் புறப்புலமொன்றுடன் புரியும் இடையீட்டு வினையையும் மிக ஆழமாக ஆயலாம்.

பார்க்க: மூலக் கூற்றுக்கற்றை.

அணுக்கோட்பாடு

2500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே இந்திய மெய்யறிவாளர்களும் அதன்பின் கிரேக்க அறிஞர்களும் அணு அமைப்பு பற்றிய பொதுவான கருத்தைக் கூறியுள்ளார்கள். லியூஸிபஸ் (Leucipus) என்ற அறிஞரும் அவருடைய மாணாக்கர் டெமாக்ரிட்டஸ்(Democritus) என்பாரும் அணுக் கொள்கையைப் பற்றிப் பின்வருமாறு கூறியுள்ளனர். ''உலகத்திலுள்ள எல்லாப் பருப் பொருள்களும், மேலும் பிரிக்க இயலாத இறுதி ஆக்கக் கூறுகளான சிறிய அலகுகளால் உருவாக்கப் பட்டனவாகும். ''மேலும் பிரிக்க இயலாத இந்த சிறிய அலகுகளை அணுக்கள் (Atoms) என்று டெமாக்ரடிஸ் கூறினார். 'Atom' என்ற சொல், மேலும் பிரிக்க இயலாது என்று பொருள்படும் இரண்டு கிரேக்கச் சொற்களிலிருந்து (A-not, Temnein-to cut) பெறப்பட்டதாகும். அணுபற்றிய டெமாக்ரடிஸ் கருத்தை எபிகுரஸ்(Epicurus) என்பாரும் ஏற்றுக்கொண்டார். ஆனால் இக்கொள்கைக்கு மிகுந்த செல்வாக்குடனிருந்த கிரேக்க தத்துவமேதை அரிஸ்டாட்டில்(Aristotle) (384-322 கி.மு) கடும் எதிர்ப்புத் தெரிவித்தார். இக்கடும் எதிர்ப்பினால் பல நூற்றாண்டுகள் வரை அணுபற்றிய உண்மைநிலை தெளிவுறாத ஒன்றாகவே இருந்தது. கி.பி. 16, 17ஆம் நூற்றாண்டுகளில் அறிவியல் அறிஞர்களும் மெய்யறிவாளர்களும் அணுவைப் பற்றித் திரும்பவும் ஆராய முற்பட்டார்கள். அவர்களில் இத்தாலிய நாட்டைச் சேர்ந்த கலிலியோ (Galileo), ஃபிரான்சு நாட்டைச் சேர்ந்த ரேனே டேகார்டே (Rene Descartes), இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த ஃபிரான்சிஸ் பேக்கன் (Francis Bacon), ராபர்ட் பாய்ல் (Robert Boyle), ஐசக் நியூட்டன் (Issac Newton) ஆகியோர் குறிப்பிடத்தக்கவர்கள் ஆவர். இவர்கள், பொருள்கள் இயற்கையாகவே தொடர்ச்சியானவை அல்ல என்றும், அணுக்கள் எனப்படும் துகள்களால் ஆக்கப்பட்டவை என்றும் திண்ணமாகக் கூறினார்கள்.

டால்டன் அணுக்கொள்கை

பொருள்களின் அணுத்தன்மை பற்றிய இப்பழங் கருத்து மிக எளிதாக இருந்துங்கூட 19ஆம் நூற்றாண்டு வரையில் உலகம் அதை ஏற்கவில்லை. 19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் டால்டன் என்பார் வேதியியல் சேர்க்கை பற்றிய விதி ஒன்றைக் கண்டார். அது அணுக் கொள்கையைத் தெள்ளத்தெளிவாக விளக்கியதோடு டால்டனுக்கு அணுக் கொள்கையின் தந்தை என்னும் பட்டத்தையும் வாங்கித் தந்தது. இவ் விதியின்படி ஒரே இரண்டு தனிமங்கள் சேர்ந்து பல் வேறு கூட்டுப் பொருள்களை உண்டாக்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள ஒரு தனிமத்துடன் சேரும் மற்ற தனிமத்தின் வெவ்வேறு அளவுகளின் விகிதங்கள், அவ் வளவுகளுள் மிகச் சிறியதின் முழு மடங்குகளாக இருக்கும்; பின்னமாக இரா. ஒவ்வொரு தனிமமும் ஒரே தன்மையுடைய தனித்தனி அணுக்களைக் கொண்டிருக்கின்றது என்று கொண்டால் மட்டுமே வேதியியல் சேர்க்கை விதியை விளக்க முடியும். இந்தப் பல்விகித விதி பல்வேறு அணுக்களின் ஒப்பு எடையைக் கணக்கிடவும் வழி செய்கிறது. இவ்விதி பல அறிவியல் அறிஞர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டது

நீரிலும், நீர்மத்திலும் வளிமங்களின் கரையும் தன்மை பற்றிய கடும் ஆராய்ச்சிக்குப் பின் வேதியியல் அமைப்பில் அடிப்படை அலகுகள் அணுக்களே என்று டால்டன் கூறினார். நியூட்டனும் தனது ஆய்வின் மூலம், மீட்சியியல் தன்மை படைத்த ஒரு நீர்மத்தில் சிறு துகள்கள் அல்லது அணுக்கள் உள்ளன என்று தெளிவாக விளக்கிக் காட்டினார். டால்டன் அணுக் கொள்கை முதலில் வேதியியலிலும் பின்னர் இயற்பியலிலும் முக்கிய அங்கமாக விளங்கியது.

டால்டன் அணுக் கொள்கையின் கோட்பாடுகள்

டால்டன் அணுவைப் பற்றிய தன் கொள்கையை 1808 ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார். அவரது அணுக் கொள்கையின் கோட்பாடுகள் :

1. எல்லாத் தனிமங்களும் அணுக்கள் என்னும் மிக நுண்ணிய துகள்களாலானவை.

2. அணுக்களை அவற்றினும் சிறிய துகள்களாகப் பிளக்கவோ அல்லது மாற்றவோ முடியாது.

3. ஒரு தனிமத்தின் எல்லா அணுக்களும் நிறை, உருவம் போன்ற எல்லாப் பண்புகளிலும் ஒத்திருக்கின்றன.

4. ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கள் வேறொரு தனிமத்தின் அணுக்களிலிருந்து நிறை, உருவம் போன்ற எல்லாப் பண்புகளிலும் வேறுபட்டுக் காணப்படும்.

5. சேர்மம் உண்டாகும்போது அணுக்கள் சிறிய முழு எண் விகிதத்தில் கூடி, கூட்டு அணுக்களை உண்டாக்குகின்றன. ஒரு சேர்மத்தின் எல்லாக் கூட்டு அணுக்களும் ஒத்திருக்கும்.

6. வேதியியல் வினையின்போது தனிமங்களின் அணுக்கள் வேறுவிதமாகக் கூடினாலும் அணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கையிலோ அல்லது உருவத்திலோ மாற்றம் இல்லை.

அணுக்கொள்கைக்கு அடிப்படையாக எடுத்துக் காட்டப் பட்ட சான்றுகள்:

1. அணுத்தன்மையினால் பொருள்கள் இறுக்கம் அடையும் பண்பு பெற்றுள்ளன.

2. விரவல், சவ்வூடுபரவல், பிரவுனியன் இயக்கம் போன்ற இயற்பியல் நிகழ்ச்சிகள் அணுத்தன்மையினால் நடைபெறுகின்றன.

3. படிக அமைப்பு போன்ற பொருள்களில் அணுக்கள் ஓர் ஒழுங்கு அமைப்பில் உள்ளன.

4. 1871 ஆம் ஆண்டில் மெண்டலீஃப் (Mendeleev) என்பார் இயற்கையில் காணப்படும் பல்வேறு தனிமங்களை அவற்றின் அணு எடைகளுக்கேற்ப வரிசைப் படுத்தி ஓர் அட்டவணையை அமைத்தார். தனிமங்களின் வேதியியல், இயற்பியல் பண்புகள் அவற்றின் அணு எடைகளுக்கேற்பத் திரும்பத் திரும்ப வருகின்றன என்ற விதியின் அடிப்படையில் மெண்ட்லீஃப் முதன் முதலில் தனிம அட்டவணையை அமைத்தார். தனிம அட்டவணை அணுவின் கட்டமைப்பினை உறுதிப் படுத்துவதோடு குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்குப் பின்னர் தனிமப் பண்புகள் திரும்பத் திரும்ப வரும்படியான ஓர் அமைப்பில் அணுக்கள் உருவாக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்பதையும் உணர்த்துகிறது.

நான்கு தனிமக் கோட்பாடு

எம்பிடோகலஸ் (Empedocles) என்ற கிரேக்க மெய்யறிவாளர் கி.மு. 5 ஆம் நூற்றாண்டுக்கு முன்பே நான்கு தனிமக் கோட்பாட்டை வலியுறுத்தினார். இக்கோட்பாட்டின்படி நீர், நிலம், நெருப்பு, வளி ஆகியவற்றால்தான் இந்த அண்டம் ஆக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்று கருதப்பட்டது. அரிஸ்டாட்டில் போன்ற அறிஞர்கள் மேற்கூறிய கோட்பாட்டை ஆதரித்ததால் அது வலுப்பெற ஆரம்பித்தது. இருப் பினும் பொருள்களின் வெவ்வேறு நிலை பற்றி விளக்கம் கூற இயலாததால் அக்கொள்கையைப் பற்றி ஐயம் எழ ஆரம்பித்தது. ராபர்ட் பாய்ல் என்ற அறிவியல் அறிஞர் நான்கு தனிமக் கொள்கைக்குக் கடும் எதிர்ப்புத் தெரிவித்தார்.

ப்ரவ்ட் (Prout) கொள்கை

ப்ரவ்ட் என்பார் எல்லாத் தனிமங்களையும் அய்ட்ரஜன் என்னும் தனிமத்தை அடிப்படையாக வைத்து விளக்கினார். அய்ட்ரஜனின் அணுவின் எடை ஒன்று என்று கொண்டு அதை முழு எண்களால் பெருக்க மற்ற தனிமங்களின் அணுஎடை கிடைக்கும் என்றார். 1815 ஆம் ஆண்டில், ஒரு தனிமத்தின் அணுக்களின் நிறை ஒரே அளவுடையதாக இருக்க வேண்டிய தேவையில்லை என்றும், ஒரு தனிமத்தின் அணுஎடை என்பது அந்தத் தனிமத்தின் பல அணுக்களின் சராசரி எடைதான் என்றும் கூறித் தனது கொள்கையை வெளியிட்டார்.

மிக நுண்ணிய முறையில் தனிமங்களின் அணு எடைகளைக் கணக்கிட்டு அறிந்தபோது பல தனிமங்களின் அணுஎடைகள் அணு எடையின் முழு எண் பெருக்கங்களாக இல்லாமலிருந்தன. எனவே, டால்டனின் கொள்கையே சிறந்ததெனக் கொண்டு ப்ரவ்டின் கொள்கை புறக்கணிக்கப்பட்டது. ஆனால், 19 ஆம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் பற்றிய அறிவும் செய்முறைச் சான்றுகளும் ஒரு தனிமத்தின் அணுக்களின் எடை சமமாக இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை என்ற ப்ரவ்டின் கொள்கைக்குத் துணையாய் நின்றன. கதிரியக்கத்தொடரில் உள்ள பல்வேறு தனிமங்கள் ஒரே வகைப் பண்புகள் கொண்டவையாகவும், ஆனால் வெவ்வேறு எடை உடையனவாகவும், இருப்பது தெரிகிறது. இவ்வகைத் தனிமங்கள் பண்புகளின் அடிப்படையில் வரிசைப் படுத்தி அமைக்கப்பட்ட தனிம அட்டவணையில் ஒரே இடத்தில் அமைந்திருப்பதால், இவற்றை ஒரே இடத்தில் அமைவன என்றும் பொருள்பட ஓரிடத் தனிமங்கள் (Isotopes) என்றழைத்தனர்.

அணுவின் கட்டமைப்பு

பொருளின் அணுத்தன்மையைப் புதுமை இயற் பியலும் ஒப்புக் கொள்கிறது என்றாலும் அணு

உடைக்க முடியாதது என்ற கருத்து பொய்யாய்ப் பழங் கதையாய் மறைந்து விட்டது.

அணுவின் உள்ளமைப்பினைத்தான் நாம் அணுவின் கட்டமைப்பு என்று கூறுகிறோம். இதனை இரு பகுதி களாகப் பிரிக்கலாம்.

1. அணுக்கரு என்று வழங்கப்படும் நேர்மின்னூட்ட முடைய மையப்பகுதி.

2. அந்த மையப் பகுதியைச் சுற்றி வெவ்வேறு சுற்றுப் பாதைகளில் அமைந்துள்ள எதிர் மின்னூட்டமுடைய எலக்ட்ரான்களைக் கொண்ட புறப்பகுதி. அணுக் கருவின் அளவு 10^{-15} மீ.ஓர் அணுவின் இயற்பியல் தனித் தன்மையைக் கட்டிக் காப்பது அதன் அணுக் கருவே ஆகும். அணுவின் நிறை முழுவதும் அணுக்கருவி லேயே அடங்கி உள்ளதாகக் கொள்ளலாம். அணுக் கருவைச் சூழ்ந்துள்ள எலக்ட்ரான்கள் தங்களுக்கென்று உள்ள சுற்றுப்பாதைகளில் இடைவிடாது இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒரு தனிமத்தின் வேதியியல் பண்புகளை வரையறுப்பதில் அதன் எலக்ட்ரான்கள் பெரும் பங்கை ஏற்கின்றன. இயல்பு நிலையில் அணு மின்னூட்டமற்றதாக இருக்கும். அக்காலை அணுவில் உள்ள நேர்மின்னூட்டத்தின் அளவும் எதிர் மின்னூட் டத்தின் அளவும் சமமாக இருக்க வேண்டும் எனத் தெரிகிறது. அணுக்கருவைச் சூழ்ந்துள்ள எலக்ட்ரான் களை நீக்கினால் அணு நேர் மின்னூட்டம் பெற்ற அயனியாகும். இவ்வாறு புற எலக்ட்ரான்கள் எல்லா வற்றையும் நீக்கி விட்டாலும் கூட இறுதியாக மிஞ்சி நிற்கும் அணுக்கருவின் அணுவின் தனித்தன்மை நிலை பெற்று விளங்கும். ஆனால் அணுக்கரு வில் ஏதேனும் மாற்றம் செய்தால் அணு தன் தனித் தன்மையை இழந்து வேறோர் அணுவாக மாறிவிடும். இவ்வாறு அணுக்கருவில் ஏற்படும் மாற்றங்களினால் ஓர் அணு வேறோர் அணுவாக மாறுகின்ற நிகழ்ச் சியைத்தான் தனிம மாற்றம் அல்லது தனிமச் சிதைவு என்கிறோம்.

அணு அமைப்புப் பற்றிப் பல அறிவியல் அறிஞர்கள் கருத்துகளைக் கூறினார்கள். அவர்கள் கூறிய கருத்து களுக்கு அணுப்படிமங்கள் (Atomic models) என்று பெயர். அவை: 1. தாம்சன் அணுப்படிமம் (Thomson atom model) 2. ரூதர்ஃபோர்ட் அணுப்படிமம் (Rutherford atom model). 3. போர் அணுப்படிமம் (Bohr atom model) 4. சாமெர்ஃபெல்ட் அணுப் படிமம் (Sommerfeld atom model) 5. வெக்டர் அணுப்படிமம் (Vector atom model) 6. அலை விசையியல் அணுப் படிமம் (Wave mechanical model) என்பன. காண்க: அணுப் படிமங்கள்

சி.சு.

நூலோதி

Samuel Glasstone, *Source Book on Atomic Energy* Affiliated East-West Press Pvt. Ltd, New Delhi, 1979.

அணுகுகோட்டுத் தொடர்

இத்தொடர் ஒரு விரியும் தொடர் (Divergent Series). இதன் வடிவம் $A_0+A_1/x_1+A_2/x_2+\ldots\ldots+A_n/x_n+\ldots\ldots$ ஆகும். $x^n(f(x) - S_n(x))$ என்ற கோவையின் எல்லை, xஇன் மதிப்பு அளவிலியை (Infinity) அணுகும்போது பூச்சியமானால், இத்தொடர் f(x) என்ற சார்பின் அணுகுகோட்டு உருவ அமைப்பாக அமையும். இங்கு S_n என்பது தொடரின் $(n+1)$ உறுப்புகளின் கூட்டல் ஆகும்.

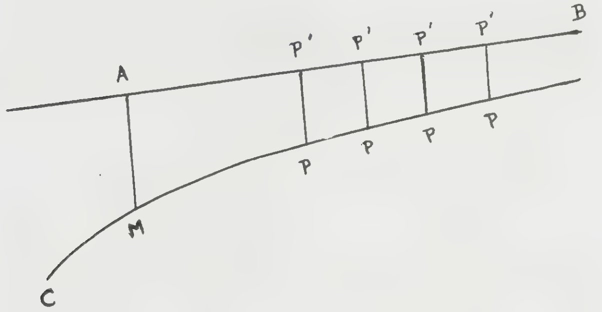
ஆயுலர்-மெக்காலரின் வாய்பாடு (Euler-Maclaurin formula) நமக்கு நன்கு தெரிந்த அணுகுகோட்டுத் தொடர் (Asymptotic series) ஆகும். இது ஒரு குறிப் பிட்ட எண்ணிக்கை உறுப்புகளுக்குக் குவியும் தன்மை யுடையது. அதன் பிறகு விரியும் தொடராக அமை கிறது. அதிகமான எண்ணிக்கை உடைய உறுப்புகளை இவ்வாய்ப்பாட்டில் சேர்த்து, அடுத்தடுத்து வகைக் கெழு (Successive derivative) காணும்போது, அவ் வகைக்கெழுக்களின் தொகுதிகளின் மதிப்பு அவற் றின் பகுதி (Denominator) யில் வரும் மதிப்பைவிட அதிக விரைவாக மிகும். மேலும் சிறிய உறுப்புக்கு முன் உள்ள உறுப்பு வரை மட்டும் கூட்டினால், அதனால் ஏற்படும் பிழை தவிர்க்கப்பட்ட உறுப்பைப் போல இருமடங்கு மட்டுமே ஆகும். எனவே இந்த முறையில் நிறைவான முடிவு கிடைக்கின்றது.பிறவகைத் தொடர்களுக்கும் கவனமாக இந்த முறையைப் பயன் படுத்தினால் நிறைவான முடிவுகள் கிடைக்கலாம். மேலும், மடக்கைத் தொகை (Logarithmic integral), காமாச்சார்பு (Gamma function) ஆகியவற்றையும் அணுகுகோட்டுத் தொடர்களாக விரிவுபடுத்தலாம்.

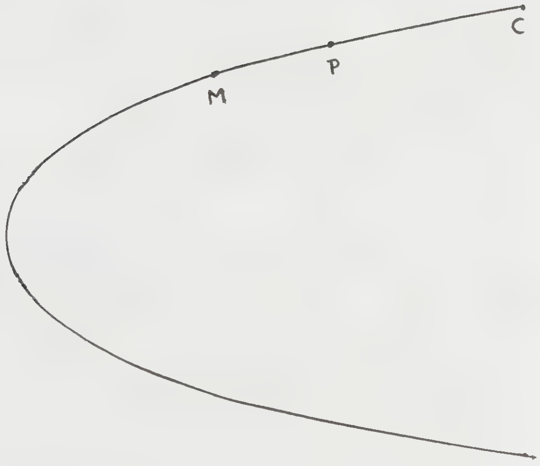
ஓர் அணுகுகோட்டு விரிவு ஒற்றைத் தன்மை வாய்ந்தது. அதாவது கொடுக்கப்பட்டுள்ள சார்பை இத்தகைய தொடர்போல் ஒரே ஒரு வடிவில் தான் விரிவுபடுத்திக் குறிப்பிட முடியும். இதனைத் தொகைப் படுத்தலாம். இத்தகைய இரண்டு அல்லது மூன்று தொடர்களைப் பெருக்கலாம். ஆனால் பொதுவாக இவற்றுக்கு வகைக்கெழு காணக் கூடாது.

அணுகு கோடுகள்

வட்டம், நீள்வட்டம், (Ellipse) முதலான வளைவுகள் அடைத்த அமைப்புடனும், பரவளைவு (Parabola), அதிவளைவு (Hyperbola) போன்ற வளைவுகள் திறந்த அமைப்புடனும் விளங்குகின்றன. திறந்த அமைப்புடன் உள்ள வளைவுகளில் சிலவற்றுக்கு வரம்பிலி (Infinity) தொலைவுகளில் அமைந்த புள்ளி யில் வளைவின் தொடுகோடாக (Tangent) அணுகு கோடுகள் (Asymptotes) குறிப்பிடப்படுகின்றன.

கி. மு. முதலாம் நூற்றாண்டிலேயே ரோட்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த ஜினுஸிஸ் (Genuses) எனும் அறிஞர் வரம்பிலியை அணுகும்போது விலகியே இருக்கும் கோடுகள் உள்ளன என்று எழுதியிருக்கிறார். மேலும் அதிவளைவு, அதிவளையகம் (Hyperboloid) போன்றவற்றுக்கு அணுகுகோடுகள் உள்ளன என்றும் சுட்டிக் காட்டியிருக்கிறார்.





C என்ற வளைவில் (Curve), M என்ற நிலைப் புள்ளியில் இருந்து P எனும் புள்ளி வளைகோட்டு வழியே நகரும்போது, MP இன் தொலைவு தொடர்ந்து எல்லையில்லாது அதிகரித்துக் கொண்டே போனால் P என்ற புள்ளி வரம்பிலிக்கு நகர்ந்து செல்லும். அவ்விதம் வரம்பிலிக்கு நகர்ந்து செல்கையில் C என்ற வளைவில் உள்ள P என்ற புள்ளிக்கும் AB என்ற நேர்கோட்டுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவான PP', எல்லையில் பூச்சியத்தை (Zero) நெருங்கினால் AB என்ற நேர்கோடு C என்ற வளைவுக்கு அணுகுகோடு எனப்படுகிறது.

அணுகுகோடு வளைவைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக நெருங்கிக் கொண்டே வருமேயொழிய வளைவை முடிவுள்ள தொலைவில் சந்திக்காது. அணுகுகோடு வளைவைத் தொடர்ந்து நெருங்கும். வரம்பிலித் தொலைவிலேயே தொடுகோடாகும்.

இதே கருத்தை வேறு முறையில் கூறலாம். C என்ற வளைவு வரம்பிலிக் கிளையொன்றைப் பெற்றிருந்து அதன்மேல் P என்ற புள்ளியில் தொடுகோடு வரையப் பட்டுள்ளது என்றால், P என்ற தொடு புள்ளியினை வளைவு வழியே நகர்த்திக் கொண்டே போனால் அதன் விளைவாக, தொடுகோடுகள் மாற்றமடைந்து கொண்டே போகும். P என்ற புள்ளி வளைவு வழியே வரம்பிலியை எல்லையில் அணுகத் தொடுகோடுகளின் எல்லை நிலையாக அணுகுகோடுகள் கிடைக்கும்.

வளைவும், நேர்கோடும் வரம்பிலியில் வெட்டுமாறு அமைந்து வளைவுத் தொடுகோடாக நேர்கோடு அமைந்தால் அது அணுகுகோடாகும் என்றும் சொல்லலாம்.

வரம்பிலிக் கிளைகள் (Branches) உடைய வளைவுகள் மட்டுமே அணுகுகோடுகள் கொண்டிருக்க முடியும். எடுத்துக்காட்டாக அதிவளைவுக்கு இரு அணுகுகோடுகள் உள்ளன. வரம்பிலி கிளைகள் உடைய வளைவுகளிலும் பரவளைவு போன்ற வளைவுகளுக்கு அணுகு கோடுகள் இல்லை. வரம்பிலிக் கிளைகள் இல்லாத போது (வட்டம், நீள்வட்டம் போன்ற) வளைவுகளுக்கு மெய் அணுகுகோடுகள் இருக்க முடியாது.

வளைவுபோன்றே மேற்பரப்புகளுக்கும் அணுகு கோடுகள் அமைந்திருக்கலாம்.

இனி அதிவளைவின் அணுகுகோடுகளின் சமன்பாடு பற்றிக் காண்போம்.

சமன்பாடு $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ எனில் $y = bx/a$; மற்றும் $y = -bx/a$ என்ற கோடுகள் அதிவளைவின் அணுகு கோடுகளின் சமன்பாடுகள் ஆகும். ஏனெனில், அதிவளையச் சமன்பாட்டை $y = \pm \frac{bx}{a} \sqrt{1 - a^2/x^2}$ என்ற அமைப்பில் மாற்றினால், x எல்லையில் அதிகரிக்கும் போது a^2/x^2 என்பது பூச்சியத்தை அணுகும். அணுகு கோடுகளின் சமன்பாடுகள் $y = \pm bx/a$ என்றாகும்.

இனி அணுகுகோடுகளின் சமன்பாடுகள் பற்றிப் பொதுவாகக் காண்போம்.

கொடுக்கப்பட்ட வளைவின் சமன்பாட்டை

$$y = f(x) = \sum_{k=0}^{n} a_k x^k + \sum_{k=0}^{n} b_k/x_k = S_1 + S_2$$

என அடுக்குத் தொடராக (Power series) எழுதலாம்.

$\underset{x \to \infty}{Lt} S_2 = 0$ எனில் $y = S_1$ என்பது அணுகு கோட்டின் சமன்பாடு ஆகும். இச்சமன்பாடு முதல் படியினதானால், அணுகுகோடு நேர்கோடாகும், இல்லையெனில் இது சிக்கல் வாய்ந்த ஒரு வளைவாகும்.

முதல்படிச் சமன்பாடாக இருக்கும்போது அணுகு கோட்டுச் சமன்பாடானது $y = mx + b$ என்ற அமைப்பில் இருக்கும்; இங்கே

$$m = \underset{x \to \infty}{Lt} f'(x); \quad b = \underset{x \to \infty}{Lt} (f(x) - xf'(x))$$

பொதுவாக $y = mx + b$ எனும் நேர்கோடு $f(x, y) = 0$ என்ற இயல் வளைவுக்கு அணுகுகோடாக வேண்டுமானால், $f(x' mx + b)$ என்ற சார்பினை விரித்தெழுதினால் x இன் இரண்டாம்படி, அதற்கு மேற்பட்ட படிகள் ஆகியவற்றின் கெழுக்கள் பூச்சியமாகுமாறு m, b மதிப்புகள் பெற வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக $y = mx + b$ என்ற நேர்கோடு $x^3+y^3 - 3xy = 0$ என்ற வளைவின் அணுகுகோடாக வேண்டுமானால், $x^3 + (mx + b)^3 - 3x(mx+b) = 0$ என்பதனை விரித்தெழுத வேண்டும்.

$$(1+m^3)x^3 + 3x^2(bm^2-m) + 3x(mb^2-b) + b^3 = 0$$

இதில் முதல் இரு உறுப்புகளின் கெழுக்களைப் பூச்சியத்திற்குச் சமனிட $1 + m^3 = 0$ மற்றும் $bm^2 - m = 0$ கிடைக்கும். இதிலிருந்து $m = b = -1$. க்கு $y+x+1=0$ என்ற நேர்கோடு $x^3+y^3-3xy=0$ இன் அணுகுகோடாகும் என நிறுவலாம்.

கோ. ச.

நூலோதி

Encyclopaedia Americana, Vol-2, 1980, Page 597.

அணுகுண்டு

ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கருக்கள் பிளக்கப்படும் போதும் அல்லது சில நிறை குறைந்த அணுக்கருக்கள் பிணைப்புறும் போதும் மிக அதிக அளவு ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் அணுக்கரு ஆற்றல் (Nuclear energy) எனப்படுகிறது. அணுக்கரு ஆற்றல் கட்டுப்படுத்தப்படாமல் வெளிவரும் போது மாபேரளவில் இருக்கும்; அதனால் அது அழிவை விளைவிக்கும். இதுவே அணுகுண்டின் அடிப்படைச் செய்தியாகும்.

1939 ஆம் ஆண்டில் ஹான் (Hahn), ஸ்ட்ராஸ்மேன் (Strassman) என்பவர்கள் அணுக்கருப் பிளப்பைக் கண்டறிந்தனர். யுரேனியம் போன்ற கனமான நிலையற்ற தனிமங்கள் நியூட்ரான்களால் தாக்கப்படும் போது அவை ஏறத்தாழ இரு சமபகுதிகளாக வெடித்து மிக அதிக அளவு ஆற்றலை வெளியிடுகின்றன. இத்தகு ஆற்றல் மிக்க பிளப்பை அணுக்கருப் பிளப்பு என்கிறோம். யுரேனியம்-235 தனிமம் அணுக்கருப் பிளப்பிற்கு உள்ளாகும் போது பேரியம், கிரிப்டான் என இரு சம பகுதிகளாக உடைவதைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு விளக்குகிறது.

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{89}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$$

அணுநிறை எண்களைப் பயன்படுத்த,

$$(234.99 + 1.01) \longrightarrow (143.87 + 88.90 + 3.03)$$

$$236.00 \longrightarrow 235.80$$

நிறைவேறுபாடு $= 236.00 - 235.80$

$= 0.20$ அணு நிறை அலகு

1 அணு நிறை அலகு = 931 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் (MeV) ஆகலின் நிறை வேறுபாட்டால் வெளியேறும் ஆற்றலின் அளவு 0.20×931 மி.எ.வோ. அதாவது, 186.2 மி.எ.வோ. ஆகும். இதைத் தோராயமாக 200 மி.எ.வோ. எனக் கொள்ளலாம். யுரேனியத்தின் ஓர் அணுவில் அணுக்கருப் பிளப்பு நடைபெறும் போது 200 மி.எ.வோ. ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. 235 கிராம் யுரேனியம் தனிமத்தில் 6.025×10^{23} அணுக்கள் (அவகாட்ரோ எண்) உள்ளன. எனவே 1 கிராம் யுரேனியம் தனிமத்தின் அணுக்கருப்பிளப்பு நடைபெறும் போது உண்டாகும் ஆற்றல்

$$\frac{200 \times 6.025 \times 10^{23}}{235} \text{ மி.எ.வோ.}$$

1.மி.எ.வோ. 1.6×10^{-13} ஜூல்

எனவே 1 கிராம் யுரேனியத்தில் அணுக்கருப் பிளப்பு நடைபெறும்போது வெளியாகும் ஆற்றல்

$$= \frac{200 \times 6.025 \times 10^{23} \times 1.6 \times 10^{-13}}{235}$$

$$= 8.2 \times 10^{10} \text{ ஜூல்}$$

இந்த அளவு ஆற்றலைப் பெற 3 டன் நிலக்கரியை எரித்தாக வேண்டும். இதிலிருந்து அணுக்கருப்பிளப்பு நிகழ்ச்சியில் தோற்றுவிக்கப்படும் ஆற்றலின் அளவின் உயர்வை நாம் உணர முடிகிறது.

அணுக்கருத் தொடரியக்கம்

ஒரு யுரேனியம் அணு நியூட்ரான் ஒன்றினால் தாக்கப்பட்டுப் பிளவுறும்போது 3 நியூட்ரான்கள் வெளிவருகின்றன எனக் கொள்வோம். அந்த மூன்று நியூட்ரான்களும் வேறு மூன்று யுரேனியம் அணுக்களைப் பிளக்க அவை ஒவ்வொன்றும் 3 நியூட்ரான்களைத் தோற்றுவிக்கும். எனவே மொத்தம் 9 நியூட்ரான்கள் கிடைக்கின்றன. ஒன்பது நியூட்ரான்களும் வேறு ஒன்பது யுரேனியம் அணுக்களைப் பிளக்க 27

நியூட்ரான்கள் கிடைக்கும். இவ்வாறு தொடர்ந்து கிடைக்கப்பெறும் நியூட்ரான்கள் யுரேனியம் அணுக் களைப் பிளந்து கொண்டே சென்றால் மிகக் குறுகிய காலத்தில் எண்ணற்ற யுரேனிய அணுக்கள் பிளக்கப் பட்டு அளப்பரிய ஆற்றல் வெளிவரும். இந்நிகழ்ச்சி தொடரியக்கம் எனப்படும். இந்நிகழ்ச்சியை அணுக் கரு வெடிப்பு என்னும் தலைப்பின் கீழ் உள்ள படம் தெளிவாக விளக்குகிறது. (பார்க்க: அணுக்கரு வெடிப்பு படம் 1.) தொடரியக்கம் 1 மைக்ரோ நொடிக்குள் நடைபெற்றதால் வெளிவரும் ஆற்றல் மிகப் பெரும் அழிவினை விளைவிக்கும். இந்த அழிவு வேலையைத் தான் அணுகுண்டுகள் செய்கின்றன. இப்படிப்பட்ட தொடரியக்கம் முடுக்கப்பட்ட தொடரியக்கம் எனப் படும். முடுக்கப்பட்ட தொடரியக்கத்திற்கு எக்கணத் திலும் தோற்றுவிக்கப்படும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக் கைக்கும், தொடக்கத்திலுள்ள நியூட்ரான்களின் எண் ணிக்கைக்கும் உள்ள விகிதத்தின் மதிப்பு 1 ஐ விட அதிகமாக இருக்கவேண்டும். இம்மதிப்பு பெருக்க எண் (Multiplication factor) (K) எனப்படும். முடுக்கப் பட்ட தொடரியக்கத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும் நியூட் ரான்களின் எண்ணிக்கை மிக விரைவாகப் பெருக்கப் படுவதால் மொத்த ஆற்றலும் மிகக் குறுகிய காலத்திற் குள் வெளிப்படுகிறது.

அணுக்கருப்பிளப்பு நிகழ்ச்சியை உண்டாக்கும் ஒவ்வொரு நியூட்ரானும் சராசரியாக 2.5 நியூட்ரான் களைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆனால் தோற்றுவிக்கப் பட்ட எல்லா நியூட்ரான்களும் மேற்கொண்டு அணுக் கருப்பிளப்பு நிகழ்ச்சியை உண்டாக்குவதில்லை. சில நியூட்ரான்கள் பிளப்பு நிகழ்ச்சியை ஏற்படுத்தா வண்ணம் யுரேனியம் அணுக்களால் பற்றப்படுகின்றன. சில நியூட்ரான்கள் பிளப்பு நிகழ்ச்சியை ஏற்படுத்தா வண்ணம் யுரேனியத்தில் கலந்துள்ள மாசுகளினால் பற்றப்படுகின்றன. சில நியூட்ரான்கள் பற்றப்படா மல் அமைப்பை விட்டுத் தப்பியோடுகின்றன. கசியும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் பிளப்பை ஏற்படுத்தும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள விகிதத்தைக் குறைக்க அமைப்பின் அளவை அதிகரிக்க வேண்டும். யுரேனியம் அமைந்துள்ள அமைப்பின் வெளிப்புறத்திற்கு நியூட்ரான்கள் தப்பியோடுகின்றன. ஆனால் பிளப்பு நிகழ்ச்சியைத் தொடர்ந்து நியூட்ரான் கள் அமைப்பின் உட்புறத்திலிருந்து வெளிப்படு கின்றன. எனவே தப்பியோடும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அமைப்பின் வெளிப்பரப்பையும், பிளப்பு நிகழ்ச்சியைத் தொடர்ந்து வெளிப்படும் நியூட்ரான் களின் எண்ணிக்கை அமைப்பின் பருமனையும் பொறுத் துள்ளன. தப்பியோடும் நியூட்ரான்களின் இழப்பைக் குறைக்க அமைப்பின் பரப்பளவுக்கும் பருமனுக்கும் உள்ள விகிதம் குறைவாக இருக்க வேண்டும். எனவே அமைப்பின் அளவு கூடிய வரை அதிகமாக இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். இதற்கு அமைப்பின் உருவம் கோள மாக இருத்தல் நன்று.

கசிவதால் ஏற்படும் நியூட்ரான்களின் இழப்பைச் சற்றே சரிக்கட்டத் தேவையான நியூட்ரான்களைப் பிளப்பு நிகழ்ச்சியால் தோற்றுவிக்கத் தேவையான அமைப்பின் சிறும அளவே மாறுநிலை அளவு (Critical size) எனப்படும். அமைப்பின் அளவு மாறுநிலை அளவை விடக் குறைவாக இருந்தால் பிளப்பு நிகழ்ச் சியில் நியூட்ரான்கள் தோற்றுவிக்கப்படும் வீதத்தை விடக்கசியும் வீதம் அதிகமாக இருக்கும். அதனால் தொடரியக்கம் தொடர்ந்து நடைபெற வாய்ப்பில்லாது நின்று போய்விடும். எனவே அமைப்பின் அளவு மாறுநிலை அளவைவிட அதிகமாக இருந்தால்தான் தொடரியக்கம் நடைபெறும்.

அணுகுண்டு தயாரிக்கத் தேவையான கருப்பொருள்கள்

யுரேனியம்-238 கலப்பில்லாத ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுடைய தூய யுரேனியம்-235, தனிமம் அணு குண்டு தயாரிப்பதற்கு உகந்த கருப்பொருளென பெர்மியின் ஆய்விலிருந்து தெரிய வந்தது. இயற் கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தில் யுரேனியம்-238 99 விழுக்காடாகவும், யுரேனியம்-235 ஒரு விழுக்காடு மாக உள்ளன. அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பதில் சில இடர்ப்பாடுகள் உள்ளன. அவற்றைப் பிரித்தெடுக்க மேற்கொண்ட முறைகளில் யுரேனியம் ஹெக்ஸா ஃபுளோரைடு கொண்ட வளிம விரவல் முறையே சிறந் ததாகும். யுரேனியம்-235 தனிமத்திற்கு மாற்றுப் பொருளாகக் கருதப்படுவது ப்ளூட்டோனியம் - 239 தனிமமாகும். புளூட்டோனியம்-239 தனிமத்தில் வேக முள்ள நியூட்ரான்களும் வேகமற்ற நியூட்ரான்களும் பிளப்பு நிகழ்ச்சியை ஏற்படுத்தும். கிராஃபைட் தணிப் பான்களைக் கொண்ட சிறந்த அணுக்கரு உலையிலும் சில நியூட்ரான்கள் யுரேனியம்238 தனிமத்தால் பற்றப் பட்டு யுரேனியம்-239 என்ற ஓரிடத்தனிமம் உண்டா கிறது. யுரேனியம்-239, β-கதிரை உமிழ்ந்த பிறகு நெப் டூனியம்-239 ஓரிடத்தனிமமாக மாறுகிறது. நெப்டூனி யம்-239 திரும்பவும் β-கதிரை உமிழ்ந்து புளூட்டோனி யம்-239 ஓரிடத்தனிமமாக மாறுகிறது. புளூட்டோ னியம்-239 ஓரிடத்தனிமமும் அணுகுண்டு வெடிப் பதற்குப் பயன்படும். யுரேனியத்திலிருந்து புளூட்டோ னியத்தை வேதியியல் முறையில் எளிதில் பிரிக்கலாம்.

அணுகுண்டு தயாரித்தலும் வெடித்தலும்

குறுகிய வெளியில் குறுகிய காலத்தில் மிக அதிக அளவு ஆற்றல் வெளிப்படுவதை வெடித்தல் என் கிறோம். இந்நிலையைப் பெற இரண்டு தேவைகளை நிறைவு செய்ய வேண்டும். முதலாவதாக, மாறுநிலை அளவைவிட உயர்ந்த அளவுள்ள தூய யுரேனியம்-235 கட்டி அல்லது புளூட்டோனியம்-239 கட்டி தேவைப் படுகிறது. அப்பொழுதுதான் பிளப்பு நிகழ்ச்சி தொடரியக்கமாக நடைபெறமுடியும். இரண்டாவ தாக, வேகமுள்ள நியூட்ரான்களால் பிளப்பு நிகழ்ச்சி நடைபெற வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அதிகமான ஆற்றல் மிக விரைவில் வெளிப்பட முடியும். நியூட்

ரான்களின் வேகத்தைத் தணிக்கும் தணிப்பான்களைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. குண்டு வெடிப்பதற்கு முன்பு மாறுநிலை அளவைவிட அதிகமான அளவுள்ள பிளப்பு நிகழ்ச்சியை உண்டாக்கும் கருப்பொருள் இருக்கக் கூடாது. கருப்பொருளின் அளவு மாறுநிலை அளவை விட அதிகமாக இருந்தால் வளியிலுள்ள நியூட்ரான்கள் தொடரியக்கத்தை ஏற்படுத்தும். இதனால் ஏற்படும் வெடித்தல் அவ்வளவு பேரளவில் இராது. எனவே மிகப்பெரிய வெடித்தலை உண்டாக்குவதற்குக் குறுகிய கால அளவில் மாறுநிலை அளவை விட மிக உயர்ந்த அளவுக்குக் கருப்பொருளைக் கொண்டு வரவேண்டும். இவ்வாறு வெடித்தல் நிகழ்ச்சியை உண்டாக்குவதற்குப் பொதுவாக இரண்டு முறைகள் உள்ளன.

முதல் முறையில், மாறுநிலை அளவைவிடக் குறைவான அளவையுடைய இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பிபட்ட ளப்பு நிகழ்ச்சியை உண்டாக்கக் கூடிய கருப்பொருள் துண்டுகளை மிக விரைவில் ஒன்றாக்கும் போது உண்டாகிற அந்தத் துண்டு மாறுநிலை அளவை விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஸ்மித் (Smith) அறிக்கையின்படி துப்பாக்கி போன்ற அமைப்பில் மாறுநிலை அளவைவிடக் குறைவான அளவையுடைய கருப்பொருள் துண்டு ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஊசிமுனை போன்ற மற்றோர் அமைப்பில் மாறுநிலை அளவைவிடக் குறைவான அளவுடைய மற்றொரு கருப்பொருள் துண்டு கெட்டியாகப் பற்றிக் கொண்டிருக்குமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. துப்பாக்கி அமைப்பு இயங்கும்போது அதிலுள்ள கருப்பொருள் துண்டு எறிதுகளாக மிக வேகமாகச் சென்று ஊசிமுனை அமைப்பிலுள்ள இலக்கை (கருப்பொருள்) மோதும். இதனால் இரண்டு கருப்பொருள் துண்டுகள் 1 மைக்ரோ நொடிக்குள் ஒன்று சேர்ந்து மாறுநிலை அளவை விட மிக உயர்ந்த அளவை அடைந்து வெடித்தல் பெரியஅளவில் ஏற்படுகிறது. இப்படிப்பட்ட அணுகுண்டு 'துப்பாக்கி மாதிரி அமைப்பு' எனப்படும். இரண்டாவது முறையில் மாறுநிலை அளவை விடக் குறைந்த அளவுள்ள கருப்பொருள் அமுக்கப்படும்போது, அது மாறுநிலை அளவைவிட உயர்ந்த அளவைப் பெறுகிறது. கருப்பொருள் அமுக்கப்படும்போது, அதனுடைய அளவு குறைவதால் புறப்பரப்பு குறைகிறது. பிளப்பு நிகழ்ச்சியால் நியூட்ரான்கள் தோற்றுவிக்கப்படும் வீதத்தை விட அவை கசியும் வீதம் குறைகிறது. எனவே தொடக்கத்தில் மாறுநிலை அளவைவிடக் குறைவான அளவைப் பெற்றிருந்த கருப்பொருள் புதிய சூழ்நிலையில் மாறுநிலை அளவைவிட உயர்ந்த அளவைப் பெறுகிறது. எனவே ஓர் அமைப்பின் மையத்தில் மாறுநிலை அளவை விடக் குறைந்த அளவுள்ள கருப்பொருள் வைக்கப்படுகிறது. வெளிப்புறத்தில் வைக்கப்பட்ட பல வெடிப்பான்கள் வெடிக்கும்போது, உள்நோக்கு வெடித்தல் அலை (Implosion wave) உண்டாகிறது. இந்த அலையின் விசையால் கருப்பொருள் மிக வேகமாக அமுக்கப்படுகிறது. இதனால் கருப்பொருள் மாறுநிலை அளவை விட உயர்ந்த அளவு பெற்றுப் பெரிய அளவில் வெடிக்கிறது.

நியூ மெக்ஸிகோவிலுள்ள (New Mexico) அலமோகார்டோ (Alagomordo) என்ற இடத்தில் 1945ஆம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் முதல் அணுகுண்டு (உள் நோக்கு வெடித்தல் மாதிரி) வெடிக்கப்பட்டது. அதன் பின்னர் 1945ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதம் ஜப்பானிலுள்ள ஹிரோஷிமா (Hiroshima), நாகசாகி (Nagasaki) என்ற இடங்களில் அணுகுண்டுகள் வெடிக்கப்பட்டன. இவற்றில் யுரேனியம்-235 கருப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இவை வெடிக்கும்போது தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஆற்றல் 20 கிலோ டன் எடையுள்ள வேதியியல் வெடி பொருளான ட்ரை-நைட்ரோ டொலுயின் (Trinitro-toluene) வெடிக்கும்போது உண்டாக்கப்பட்ட ஆற்றலுக்குச் சமம்.

அணுகுண்டு வெடிக்கும்போது உண்டாகும் வெப்பநிலை பத்து மில்லியன் டிகிரி செலவினை விடப் பன்மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். இது சூரியனின் உட்புற வெப்பநிலையைவிட அதிகம். அணுகுண்டு வெடித்ததினால் உண்டாகும் மிக உயர்ந்த அழுத்தத்தினால் பொருள்களெல்லாம் வளிமங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள அமுக்கப்பட்ட வளிமங்கள் விரிவடையும்போது அதிர்ச்சி அலைகள் தோன்றுகின்றன. இந்த அலைகளே பேரழிவினை உண்டாக்குகின்றன. அணுகுண்டு வெடித்த இடத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட தொலைவு வரை வளி, நீர், நிலம் எல்லாம் நச்சுச் சுரங்கங்களாகி விடுமென்றால் அதன் அழிவின் எல்லையை நாம் ஒருவாறு உணரலாம்.

தேவ.ஜெ.

நூலோதி

Samuel Glasstone, *Source Book on Atomic Energy* Affiliated East-West Press Private Limited., New Delhi, 1979.

அணுகுண்டு சோதனைத் தடுப்பு உடன்படிக்கை

அணுகுண்டு சோதனைத் தடுப்பு உடன்படிக்கை (Nuclear Test Ban Treaty) அணுக்கருப் படைக்கலங்களை (Nuclear Weapons) வான வெளியிலும், விண் வெளியிலும் (Outer space), கடலுக்கடியிலும் சோதனை செய்வதைத் தடை செய்கின்றது. முதன்மையான நாடுகளாகிய ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசும், சோவியத் ரஷியாவும், இங்கிலாந்தும் 1963 ஆம் ஆண்டு, ஆகஸ்டு 5 ஆம் நாள் மாஸ்கோவில் இவ்வுடன்படிக்கையில் கையெழுத்திட்டன. இவ்வுடன் படிக்கை இச்சோதனையைப் பூமிக்கடியில் செய்வதை அனுமதித்தது. கட்டுப்பாட்டுத் தளங்களின் (Control posts) இடத்தை நேரடியாகச் சென்று ஆய்வு செய்தல், அனைத்து நாட்டு மேற்

பார்வையிடும் பிரிவு (International supervisory body), இவற்றுள் ஏதும் தேவையில்லை என்றும் இவ்வுடன் படிக்கை குறிப்பிட்டது. அணுக்கருப்படைக்கலக்குவிப் பினை (Nuclear Stock piles) குறைக்கவோ அணுக் கருப்படைக்கலங்கள் ஆக்கத்தை நிறுத்தவோ போரின் போது அவற்றின் பயன்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்தவோ இவ்வுடன்பாடு வகை செய்யவில்லை.

இவ்வுடன்படிக்கையின் நோக்கங்களாவன:

1) மற்றைய நாடுகளுக்கு இவ்வணுக்கருப்படைக் கலங்கள் பரவுவதைத் தடை செய்வது.

2) கதிரியக்க வீழ்பொருள்களின் தீங்குகளை (Hazards of radioactive fallout) குறைக்கவோ முடிவுக்குக் கொண்டு வரவோ வகை செய்வது.

3) படைக்கலப் போட்டியின் வேகத்தைக் குறைக்கச் செய்வது.

4) அனைத்து நாட்டு அச்ச உணர்ச்சிகளைக் (International tensions) குறைத்திடுவதற்கான ஒரு படி போன்றுஇவ்வொப்பந்தம் அமைந்தது. அணுக்கருப் படைக்கலக் கட்டுப்பாட்டில் இணக்கமான பகுதி களை விரிவாக்கிடவும் இவ்வொப்பந்தம் வகை செய்தது. சில மாதங்களுக்குள் நூற்றுக்கும் மேற் பட்ட அரசாங்கங்கள் இவ்வொப்பந்தத்தில் கை யெழுத்திட்டன. இவ்வொப்பந்தத்தில் கையெழுத் திடாத நாடுகள் இந்தியாவும் பிரான்சும் மக்கட் குடியரசுச் சீனாவும் (People's Republic of China) தான்.

இவ்வுடன்படிக்கைக்குக் காரணமான மூன்று முதன் மையான நாடுகளான ஐக்கிய அமெரிக்கக் குடியரசு, இங்கிலாந்து, சோவியத் ரஷியா ஆகியவை இவ்வுடன் படிக்கைக்கான திருத்தங்களைத் தடுத்திடலாம். எத் தகைய திருத்தங்களும் இம்மூன்று முதன்மை நாடு களின் ஒப்புதலுடன்தான் ஏற்கப்படும் என்றும் இவ் வுடன் படிக்கையில் கூறப்பட்டுள்ளது.

நூலோதி

Encyclopaedia Britannica, Micro, Vol. VII, 15th Edition, 1982.

அணுகுண்டு வெடிப்பினால் தோன்றும் கதிரியக்க விழும் பொருள்கள்

கதிரியக்க விழும் பொருள்கள், அணுகுண்டு வெடிப் பினால், தோன்றும் கதிரியக்கப்பொருள்களாகும். குறிப்பாக இச்சொற்றொடர் தரையில் படிந்திடும் கழி பொருளைக் (Debris) குறிக்கும். ஆனால் பொது வழக்கத்தில் இச்சொற்றொடர் காற்றின் வழியில் கொண்டு வரப்படும் பொருள்களையும் (Air borne material) குறிக்கும்.

அணுகுண்டு வெடிப்பு

உலையில் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட பிளவிற்குமாறாக அணுகுண்டு வெடிப்பின்போது யுரேனியம் 235 அல்லது புளூட்டோனியம் 239, இவற்றின் பிளவு விரைவாகவும் கட்டுப்படுத்த இயலாத வகையிலும் நடைபெறு கின்றது. அணு (ப்பிளவு) குண்டு வெடிப்பினால் தோன்றும் சக்தியின் வெளிப்பாடு சாதாரணமாக ஆயிரக்கணக்கான டன்கள் டி-என்-டிக்கு சமம் என்று கூறப்படுகின்றது. மேலும் அத்தகைய வெடிப்புகள் நூற்றுக்கணக்கான கிலோடன்கள் விளைவினைக் கொண்டவையாகும். இதற்கும் பெரிய குண்டு வெடிப்புகளை, பிளவுக்குண்டு வெடிப்பினைத் தொடங்கி வைத்து, அதன் வழியாகப் பிணைப்பு இயக் கத்தை (fusion reaction) ஆரம்பித்து, அதனால் வெப்ப அணுக்கரு வெடிப்பினைத் (thermo nuclear explosion) (அய்ட்ரஜன் குண்டு வெடிப்பினை) தோற்று விக்கலாம். அத்தகைய வெப்ப அணுக்கருக் கருவிகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் விளைவு, பல நூறு ஆயிரம் கிலோ டன்கள் (நூற்றுக்கணக்கான மெகா டன்கள்) அள விற்குச் சமமானதாகும். பிளவு வெடிப்பிலிருந்து கதிரி யக்கம் (Radio activity) விளை பொருள்களாலும், செயற்படுத்தும் விளைபொருள்களாலும் (Fission products and activation products,) தோற்றுவிக்கப்படு கின்றது. அணுப்பிளவின் (Atomic fission) அடிப் படை இயக்கம் யாதெனில் பிளவுபடும் பொருளின் (Fissionable material) (யுரேனியம் அல்லது புளூட்டோ னியம்) அணுவினை இரண்டு இலேசான தனிமங் களாகப் (Lighter elements) (பிளவுப் பொருள்கள்) பிளந்திடுவதே ஆகும். இந்த இலேசான தனிமங்கள், நிலையற்ற தன்மையுடையவையாகையால் பீட்டா, காமா கதிர் வீச்சுகளை வெளிப்படுத்தி, நிலைத்த தன்மை அடைகின்றன. பிளவு இயக்கத்தின்போது பல நியூட்ரான்கள் வெளிவிடப்படுகின்றன. இவை கருவியைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களின் மீது செயல்புரி கின்ற அல்லது சுற்றுப்புறத்தில் செயலாற்றிக் கதிரி யக்கம் செயல்படுத்துகின்ற விளை பொருள்களைத் (Radio - active activation products) தோற்றுவிக் கின்றன. பிணைப்பு முறையில் (Fusion process) பிளவுப் பொருள்களைத் தோற்றுவிப்பதில்லை. ஆனால் நியூட்ரான்களின் வெளிப்பாடு இச்செயற் பாட்டிற்குத் துணைபுரிகின்றது. ஒரே ஒரு யுரே னியம் அல்லது புளூட்டோனியம் அணுப்பிளவு, நொடிப்பொழுதில் 200 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் சக்தியினை விளைவிக்கின்றது. 1 கிலோ டன் விளைவினைத் தோற்றுவிக்க 50 கிராம் அளவுள்ள பிளவுப்பொருளே போதுமானதாகும். இப்பயங் கரமான சக்தி வெளிப்பாடு, வெடிப்பு அதிர்ச்சியைத் (Explosive shock) தோற்றுவித்து 1,000,000° செ.க்

கும் மேலான வெப்பத்தையும் தோற்றுவிக்கின்றது. இச்கருவியும் இதனைச் சுற்றியுள்ள பொருளும் உடனே, நெருப்புக்கோள வடிவில் (Fireball) ஆவியாக்கப்பட்டு வாயு மண்டலத்தில் உயர எழும்புகின்றன. இந்நெருப்புக் கோளம் குறிப்பிட்ட உயரத்தில், தேவையான அளவிற்குக் குளிர்ச்சி அடைந்து நிலைத்தன்மை அடைவது, வெடிப்பின் விளைவினை (Yield of the explosion) மிகவும் சார்ந்ததாகும். பொதுவாக, அணுகுண்டு வெடிப்பினால் தோன்றிய நெருப்புக்கோளம், அடிவளிமண்டில (Troposphere) உயரத்தில், புகைமேகம் போன்று நிலைத்த தன்மையை அடைகின்றது. ஆனால் வெப்ப அணுக்கரு குண்டினால் (அய்ட்ரஜன் குண்டினால்) தோற்றுவிக்கப்பட்ட நெருப்புக்கோளம் (Thermo nuclear fire ball) மீவளி மண்டிலத்தை (Stratosphere) உடைத்து ஊடுருவி 16 கி.மீ.க்கப்பால், நிலைத்த தன்மையை அடைகின்றது.

இந்நெருப்புக்கோளம் குளிரும்போது ஆவியாக்கப்பட்ட பொருள்கள் நேர்த்தியான துகள்கள் வடிவில் சுருங்குகின்றன. பூமிக்கு மேலாக உயரத்தில், இவ் வெடிப்பு ஏற்பட்டிருக்கும்போது இக்கருவி மட்டும்தான் அவ்விடத்தில் அமைந்து அதனுடைய நேர்த்தியான பெரிய துகள்கள் (Particulates) காற்றினால் கொண்டு செல்லப்பட்டுப் பரந்த பகுதியில் பரப்பப்பட்டுப் பின்னர் பூமியில் இறங்குகின்றன. தரையிலோ அல்லது தரைக்கு அண்மையிலோ ஏற்பட்ட வெடிப்புகள் நெருப்புப்பந்துடன், மிகுந்த அளவுள்ள செயல்படாத பொருளையும் (Inert material) மேல்நோக்கிக் கொண்டு செல்கின்றது. பெரும்பகுதியான கதிரியக்கக் கழிவுப் பொருள்கள் (Radio-active debris) தரையிலுள்ள பெரிய அளவுள்ள செயல்படாத துகள்களின் (Inert particles) மேலும், மற்றுமுள்ள பொருள்களின் மேலும் சுருங்குகின்றன. மற்றுமுள்ள மிகுந்த அளவுள்ள சிறிய கதிரியக்கப் பெருந்துகள்கள் (Radio-active particulates) பெரிய செயல்படாத துகள்களுடன் ஒன்று சேர்ந்து கொள்கின்றன. பெருந்துகள்கள் புவி ஈர்ப்பு விசையினால் விரைவாகப் படிவுறுகின்றது. மற்றும் பெரிய சதவீத அளவு கதிரியக்கம், வெடிப்பு நடந்த இடத்துக்கருகில் சில மணிகளில் படிவடைந்து விடுகின்றது. இதற்கு மாறாக மிக உயரத்தில் ஏற்பட்ட வெப்ப அணுக்கரு வெடிப்பினால் தோன்றிய கதிரியக்கம், தரையை வந்தடையப் பலமாதங்களும் அல்லது வருடங்களும் ஆகின்றன.

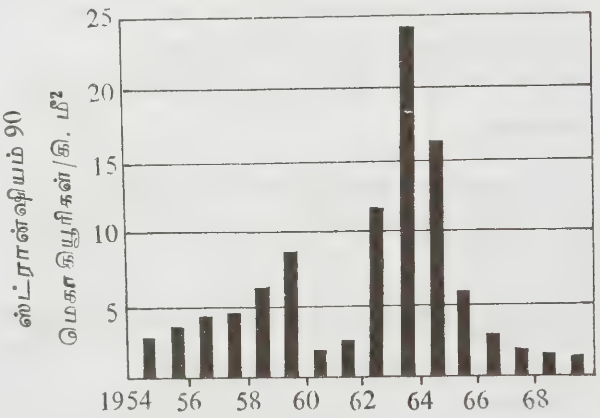
முதல் அணுகுண்டு வெடிப்பு நியூமெச்சிகோவில் 1945 ஆம் ஆண்டு நடைபெற்றது. இதனை உடனடியாகத் தொடர்ந்து ஜப்பானில் ஹிரோஷீமா, நாகசாகி ஆகிய இரு இடங்களில் இரண்டு குண்டுகள் வெடிக்கப்பட்டன. 1969 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு ஐந்து நாடுகள் பல அணுக்கரு, வெப்ப அணுக்கருப் படைக்கலங்களைச் சோதனை செய்துள்ளன. அமெரிக்கா தனக்குரிய இடங்களான நெவாடாவிலும் பசிபிக் பெருங்கடலிலும் சோதனைகள் செய்துள்ளது. இங்கிலாந்து ஆஸ்திரேலியாவிலும், கிறிஸ்துமஸ் தீவிலும் சோதனை செய்துள்ளது. சோவியத் யூனியனில் பல இடங்கள் சோதனை செய்யும் இடங்களாக உள்ளன. இவற்றில் ஆர்க்டிக்கிலுள்ள நோவாயா செம்லியாவும் அடங்கும். 1954, 1958, 1961ஆம் ஆண்டுகளில் இச்சோதனைகள் மிக அதிக அளவில் நடைபெற்றன. அணுகுண்டு சோதனைத் தடுப்பு உடன்படிக்கைப் பேச்சினைத் தொடர்ந்து இச்சோதனைகள் நிறுத்தப்பட்டன. பிரான்சும், இந்தியாவும் சீனாவும் இவ் உடன்படிக்கையில் கையெழுத்திடவில்லை. அதனால் இதுவரையில் பிரான்சு சஹாராவிலும் தெற்குப் பசிபிக்கடலிலும், சீனா தனது உள்நாட்டுச் சோதனை இடத்திலும் பல சோதனைகளை நடத்தி இருக்கின்றன.

கதிரியக்க விளைபொருள்கள் (Radio-active products)

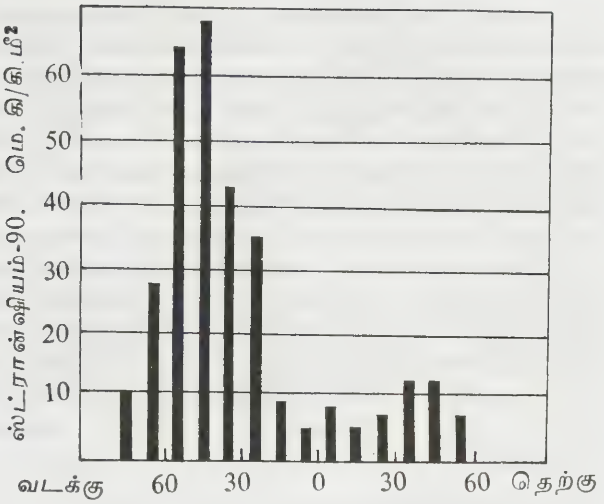
எல்லாச் சோதனைகளிலும் மொத்தப் பிளவின் விளைவு 200 மெகாடன் அளவினதாகும். மொத்த வெடிப்பின் விளைவு 500 மெகா டன்கள் அளவிற்கும் மேலானது. நீண்ட நாள் வாழ்வினையுடைய பிளவுப் பொருள்களின் ஆக்கமாவன (Production of long-lived fission Products): 20 மெகா கியூரிகள் அளவான ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90-ம், 30 மெகா கியூரிகள் அளவான சீஷியம் 137-ம் ஆகும். படம் 1இல் நியூயார்க் நகரின் மேல் ஸ்ட்ரான்ஷியம்-90 கீழ் விழுதல் (Fallout) காலப்-பகிர்வு வழியில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. படம் இரண்டில் 1965 வரையில் உள்ள மண்டிலப் பகுதிப் பகிர்வு (Latitude distribution) காட்டப்பட்டுள்ளது. 1969 வரையிலுள்ள சோதனைகள் இப்படத்தின் அமைவினை மாற்றவில்லை.

உட்புறக் கீழ் விழும் பொருள்கள் (Local fallout)

வெடிப்பு நடந்த இடத்திற்கு அருகில் மிக அதிக அளவில் கதிரியக்கத் துகள்கள், படிவுப்பொருளாக



படம் 1. நியூயார்க் நகரின் மேல் ஸ்ட்ரான்ஷியம்-90 கீழ் விழுதலின் காலப் பகிர்வீடு.



படம் 2. 1966 வரையில் படிப்படியாகச் சேர்ந்து வளரும் ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 படிவின் மண்டிலப் பகுதிப் பகிர்வீடு.

உட்புறத்திலேயே கீழே விழுகின்றன. அவை சோதனை இடத்திலோ, அணுகுண்டு போரிலோ, அவ்விடங்களுக்கு அருகில் மிக்க அபாயத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பரந்து பரவக்கூடிய சிறிய பெருந்துகள்கள் உலகம் முழுவதும் சென்று கீழே விழுகின்றன. பிளவினால் தோன்றிய 60-க்கும் மேற்பட்ட வெவ்வேறுபட்ட தனிமங்களிலிருந்து (Elements) பெறப்பட்ட ஓரிடத் தனிமங்களிலிருந்தும்(Isotopes) (ரேடியோ நியூக்ளைடுகள்), மேலும் செயல்படுவதனால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மற்ற சில வகையான தனிமங்களாலும், பிளவுறாத யுரேனியம் அல்லது புளூட்டோனியத்தாலும் கதிரியக்கம் தோன்றுகின்றது. பிளவு முறையில் (Fission process) தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமமும் மூன்று அல்லது நான்கு அடுத்தடுத்த, கதிரியக்கக் கழிவிற்குப் பின்னர் நிலைத்த நியூக்ளைடாக ஆக்கப்பெறுகின்றது. இந்தப் பல்வேறுபட்ட பிளவுப் பொருள்களின் கதிரியக்க அரைவாழ் நாட்கள் (Radio-active half lives) ஒரு செகண்டு பின்ன அளவிலிருந்து 100 ஆண்டுகள் வரையாகும். ஒட்டுமொத்தமான பீட்டா, காமா கதிர்வீச்சுகள் எந்நேரத்திலும் செயல் இயக்கத்தில் (—) 1.2 மடங்கிற்கு ஏற்பக் (Minus 1.2 power of the activity) கதிரியக்கக் கழிவடைகின்றன. இவ்வாறாகக் கழிவு தொடக்கத்தில் மிக வேகமாக நடைபெற்றுப் பின்னர் குறை வாழ்நாள் ஓரிடத் தனிமங்கள் (Short lived isotopes) மறையும் போது மெதுவாக நடைபெறுகின்றது.

உட்புறக் கீழ் விழும் பொருள்களின் மிக அதிக அளவு அபாயம் ஒருவனுக்கு அருகில் படிந்துள்ள பொருளிலிருந்து அவன் பெறும் வெளிப்புற காமாக் கதிர்வீச்சு ஆகும் (Gamma radiation). அணுகுண்டு வெடிப்பிலிருந்து தப்ப உயிர்வாழ்பவர்கட்கு இக்கதிர் வீச்சிலிருந்து காப்புப் பெறக் காப்பிடங்கள் (Fallout shelters) வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. உண்மையில் வெடிப்பின் விளைவுகள் மிகப் பெரியவையாகையால் இக்காப்பிடம் இவ்வதிர்ச்சியினை (Shock) எதிர்த்து அதில் உள்ளவர்களை கீழ்விழும் கதிர்வீச்சிலிருந்து காப்பாற்றுகின்றது.

முழுமையான அணுக்கருப்படைக் கலங்கள் என்றழைக்கப்படுபவற்றில் வெடிப்புச் சக்திக்கும் அதனால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிளவு விளை பொருள்களின் அளவிற்கும் உள்ள விகித அளவு மிகவும் அதிகமாகும். இந்த அடிப்படையில் காணும்போது பெரிய முழுமையான குண்டு வெடிப்பினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட முழு அளவிலான பிளவுப் பொருள்களைக் காட்டிலும், சிறிய பிளப்புப்படைக்கலத்தில் தோன்றும் பிளவுப் பொருள்கள் குறைவாக இருப்பினும், சிறிய பிளப்புப் படைக்கலங்கள் ''வெறுக்கத்தக்கவை''யாகவே அமைகின்றன. உடனடியாகச் செயற்படுத்தப்படக் கூடிய பொருள் (Material which is readily activated) அக்கருவியைச் சூழ்ந்து வெடிப்பினைத் தோற்றுவிக்கும் போது உண்டாகும் கதிரியக்கத்தை உயர்த்த இயலும். இது தொடர்பாக ''கொபால்ட்'' அடிக்கடி குறிப்பிடப்படுகின்றது.

அடிவளிமண்டிலம், மீவளிமண்டிலங்களிலிருந்துகீழ்விழும பொருள்கள் (Tropospheric and stratospheric fallout)

முன்னர் குறிப்பிட்டவாறு அணு வெடிப்பிலுள்ள பெரிய பெருந்துகள்கள் (Large particulates) வெடிப்பு நடந்த இடத்திற்கு மிக அருகில் படிந்துவிடுகின்றன. சிறிய துகள்கள் அடிவளிமண்டிலம் அல்லது மீவளிமண்டிலத்தில் உள்ள காற்றுகளால் பொதுவாக அப்போது இருக்கும் மேல்காற்று திசையிலேயே கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இரண்டு வாரங்களில் அடிவளி மண்டிலத்திலுள்ள கழிவுப் பொருள்கள் (Debris) பூமியை வட்டமிடுகின்றன. அதேபோன்று மீவளிமண்டிலத்தில் செலுத்தப்பட்ட பொருள்கள் மிகவும் வேகமாகச் செல்கின்றன. வடக்குத் தெற்குத் திசையில் கிடைநிலைப் பகிர்வீடு (Horizontal distribution) மிகவும் தாமதமாக அமைகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக வெப்ப மண்டில எல்லைக்கோட்டில் (Tropics) நடத்தப்பட்ட சோதனையின் கதிரியக்கமானது வடபுற அரைகோளத்தைச் (Northern hemisphere) சென்றடையப் பல மாதங்களாகின்றது. வட-தென்-பாதிக் கோளங்களிடையே இக்கதிரியக்க மாற்றமானது அடிவளிமண்லடத்தில் மிகக்குறைவாகக் காணப்படுகின்றது, ஆனால் இம்மாற்றம் மீவளிமண்டிலத்தில் அதிகமாக ஏற்படுகின்றது. அடிவளிமண்டிலத்திலுள்ள கதிரியக்கக் கழிவுப்பொருள் (Radio - active debris) பூமியின் தரையில் படிவுப் பொருளாகக் கொண்டு வரப்படுகின்றன இதில் மொத்த அளவில் 10—15% வறண்ட படிவாகும் (Dry deposition). அடிவளிமண்டலத்தில், கதிரியக்கப் பொருளானது 30 நாட்கள் வரை தங்கிவிடுகின்றது. மீவளிமண்டலத்திலிருந்து அடிவளிமண்டிலம் வரையில் மாறிடும் இயக்கத்தை முழுவதுமாகப் புரிந்து கொள்ள

இயலவில்லை. ஆனால் அளவீடுகளில் மிகத் தெளிவாகத் தோன்றுவது யாதெனில், இக்கதிரியக்கக் கழிவுப் பொருள்கள் விழும் பகுதிகள் வட-தென் அரைகோளப் பகுதியான மத்திய மண்டலப் பகுதிகளாகும் (Mid latitudes) (30°—50°). மிகவும் பழமையான சோதனை, வட அரைக்கோளப் பகுதியில் நடைபெற்றதால், அங்கு ஏற்பட்ட படிவுப்பொருளின் அளவானது தென் அரைக்கோளத்தைப்போல் மும்மடங்கு பெரிதாகக் காணப்பட்டது. தென் அரைக்கோளத்தில் நடத்திய பிரான்சு நாட்டுச் சோதனைகளில் இவ்வீதத் தொடர்பு சிறிது குறைவாக மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

அபாயங்கள் (Hazards)

கதிரியக்க வீழ்பொருள் படிவுப் பொருளாக விழும்போது அதனுடைய முடிவு அதனை உட்கொண்டிருக்கும் ரேடியோ நியூக்ளைடுகளின் வேதியியற் பண்புகளைப் பெரிதும் சார்ந்ததாகும். உலகம் முழுவதுமான கீழ்விழும் பொருள்களில் காமா - கதிர்வீச்சு மிக மிகக் குறைந்த அளவாய் இருப்பினும், உயிர்க்கோளத்தில் (Biosphere) நுழைந்து அபாயங்களைத் தோற்றுவிக்கும், அத்தகைய நியூக்ளைடுகளைப் பற்றிக் கவனம் செலுத்தப்படுகின்றது. இலை சார்ந்த படிவினால் (Foliar deposition) தாவரங்களுக்கு நேரிடையாக ஊறு விளைகின்றன அல்லது மறைமுகமாக இப்படிவுகள் தரையில் படிந்தபின்னர் வேரினால் உணவாக உட்கொள்ளும் போது ஊறுவிளைகின்றன. தாவரங்களை உண்ணும்போது விலங்குகளுக்கு ஊறுவிளைகின்றது. அதேபோன்று தாவர அல்லது விலங்கின உணவுகளை மனிதன் உண்ணும்போது மனிதனுக்கு ஊறுவிளைகின்றது. உணவை உட்கொள்வதனால் ஏற்படும் தீமையுடன் ஒப்பிடும்போது, கதிரியக்கப் பொருளைச் சுவாசித்தலினால் விளையும் தீமையானது குறிப்பிடத்தக்க அளவு இராது.

மேற்கூறிய பல்வகையான கருத்துக்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஸ்ட்ரான்ஷியம்-90, சீஷியம்-137, ஐயோடின்-131 ஆகிய மூன்று ரேடியோ நியூக்ளைடுகள் மிகவும் முக்கியம் வாய்ந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன. ஸ்ட்ரான்ஷியம்-90, பீட்டா கதிரினை வெளிவிட்டுக் கால்ஷியமாக மாற்றப்பட்டு, வளர்சிதை மாற்றத்தில் (Metabolism) எலும்பில் சேரும் தன்மை கொண்டதாகும். தேவையான அளவிற்கும் அதிகமாகும்போது வெளிவிடப்பட்ட கதிர்வீச்சு, எலும்புப் புற்றுநோய் (Bone cancer) அல்லது அதிவெள்ளணுப் பெருக்கம் (லூகேமியா Leukemia) தோன்றக் காரணமாகின்றது. மென்மையான திசுக்களில் சீஷியம்-137, முழுவதுமாக பரப்பப்பட்டு, பீட்டா, காமா கதிர்வீச்சுகளை வெளிவிடுகின்றது. இது மரபுவழி அபாயத்தைத் (Genetic hazard) தோற்றுவிப்பதற்குக் காரணமாய் அமைகின்றது எனக் கருதப்படுகின்றது. ஆனால் இது மனிதனுக்கு ஸ்ட்ரான்ஷியம்-90 -இனால் ஏற்படும் மிக்க அபாயத்தினைப் போன்றதாகாது; ஐயோடின்-131 உடன் ஒப்பிடும்போது குறை வாழ்நாளைக் கொண்டதாகும். இது அடிவளிமண்டலக் கீழ்-வீழ்தலின் போது மட்டும் அபாயத்தைத் தோற்றுவிப்பதாய்த் தோன்றுகின்றது. மேய்ச்சலின் போது, பசுக்களால், எளிதில் உட்கொள்ளப்பட்டு விரைவாக அவற்றின் பாலில் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. பாலிலுள்ள ஐயோடின் மனித தைராய்ட் சுரப்பியில் மிக்க அளவில் சேர்ந்து உயர் கதிர்வீச்சு அளவினைக் கொடுக்கக் கூடியதாய் அமைகின்றது. குறிப்பாகக் குழந்தைகளுடைய தைராய்டு சுரப்பி பெரியவர்களுடைய தைராய்டு சுரப்பியினைக் காட்டிலும், சிறிய அளவில் அமைந்திருப்பதாலும், மேலும் குழந்தைகள் அதிக அளவில் பாலைக் குடிப்பதாலும் இவ் உயர் கதிர்வீச்சின் அளவு குழந்தைகளைப் பெரிய அளவில் பாதிக்கும்.

மாதிரி காணுதல் (Sampling)

கதிரியக்க கீழ்விழும் பொருள்களைப் பற்றிப் பல நாடுகளில் தகவல்கள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. வழக்கமான அமைப்புகள் இணைத்திட்டங்களைக் (Networks) கொண்டவையாக இருக்கும், இவை காற்றுவழி தூசி மாதிரிகளைச் (Samples of air borne dust) சேகரித்தலும், படிவுகளையும் (Deposition), பால் போன்ற உணவுப் பொருள்களின் மாதிரிகளைச் சேகரித்தலும் ஆகும். வெளிப்புறக் காமா அளவீட்டைக் (External gamma counting) கொண்டு உயிருள்ள மனிதர்களின் ஐயோடின்-131 அல்லது சீஷியம்-137இன் அளவுகளைச் சரிபார்க்கலாம். மனித எலும்பில் ஆடோப்சி முறையில் எடுக்கப்பட்ட கூறுகளில் ஸ்ட்ரான்ஷியம்-90-இனை அளவிடலாம். இத்தகைய தேசியச் செய்திகளை (National data) ஐக்கிய நாட்டின் அமைப்பிலுள்ள அணுக்கதிர்வீச்சு விளைவுகளுக்கான விஞ்ஞானக் கழகம் (Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation of the United Nations) இணைத்துக் கணக்கிடுகின்றது. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் அவர்களது அறிக்கையினை வெளியிடுகின்றனர். கிடைக்கக்கூடிய தகவல்களைக் கொண்டு, தங்கள் பரந்த ஆய்வையும், கருத்துகளையும் தொகுத்துக் கதிரியக்க விழும் பொருள்களையும், அவற்றால் தோன்றக் கூடிய அபாயங்களையும் பற்றிக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் அறிக்கைகளை வெளியிடுகின்றனர்.

அடிவளிமண்டிலத்தில் விமானம் மூலம் மாதிரிகளை சேகரித்தும், மீவளிமண்டலத்தில் பலூன்கள் வழியாகவும் உயரத்தில் பறக்கும் விமானங்கள் மூலமாகவும் மாதிரிகளைச் சேகரித்தும், கதிரியக்கக் கீழ்விழும் பொருள்களைப் பற்றி ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன. மிகவும் நுட்பமான தகவல் தெரிவிக்கும் அமைப்புகள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. இவை முதன்மையான தகவல் தெரிவிப்புக் குறிக்கோளுடன் அதிக அளவில் விஞ்ஞானத் தகவலைத் தருகின்றன. இதனால் பெறக்கூடிய பெரிய நன்மைகளாவன:

1) குறிப்பாக வானிலை ஆய்வில் மீவளி மண்டிலத்திற்கு இக்கதிரியக்கக் கீழ்விழும் பொருள்களை மாற்றிடும் முறைகளை (Transfer processes) அறிதல்.

2) தாவரங்கள், விலங்குகள், மனிதர்கள், இவற்றின் பல்வேறு கூறுகளை உட்கொண்டு அதனால் நிகழும் வளர்சிதை மாற்றத்தினைக் கண்டறியப் பயன்படுதல்.

இந்த ஆய்வுகள் வானியல், வேளாண்மை, உயிரியல் துறைகளைச் சார்ந்த சிறப்பு வெளியீடுகளில் வழச்சமாகத் தெரிவிக்கப்படுகின்றன.

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science and Technology*, Vol II 4th Edition, 1977.

அணுசக்திப் பொறுப்புக் குழு, ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள்

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் அணுசக்திப் பொறுப்புக் குழு, கூட்டிணைப்பால் உருவாக்கப்பட்ட பொதுத்துறை நிறுவனம் ஆகும். இது அமெரிக்கக் காங்கிரசின் சட்டத்தால் உருவாக்கப்பட்டது. குடியரசுத்தலைவர் ஹேரி. எஸ். டுருமேன் இச்சட்டத்தில் கையொப்பமிட்டார் (ஆகஸ்டு 1,1946). இச்சட்டம் அணுக்கருப் படைக் கலங்களை (Nuclear Weapons) உருவாக்கி உற்பத்தி செய்தலைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மேலும் இச்சட்டம் அணுசக்தியினை அமைதிப்பணிகளுக்காகப்பயன்படுத்துவதற்கான ஆராய்ச்சி, வளர்ச்சிப் பணிகள் பற்றிச் சுட்டிக்காட்டுகின்றது. 1946ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்31 ஆம் நாள், அணுசக்திப் பொறுப்புக் குழுவினைத் தொடர்ந்து அமெரிக்க ஐக்கியநாட்டின் படைப்பிரிவுப் பொறிஞர்களின், மேன்ஹாட்டன் பொறியியற் பிரிவு (Manhattan Engineer District) இரண்டாவது உலகப் போரின் போது, அணுகுண்டை உருவாக்கியது.

1974ஆம் ஆண்டின் சக்தி மறு சீரமைப்புச் சட்டப் படி (Energy Reorganization Act) அணு சக்திப் பொறுப்புக்குழு கலைக்கப்பட்டது. 1975ஆம் ஆண்டு, அதன் செயல்களைச் சக்தி ஆய்வு மற்றும் வளர்ச்சிக்கான நிருவாகத்தினிடமும், (Energy Research and Development Administration) அணுக்கருக் கட்டுப்பாட்டுக் குழுவினிடமும் (Nuclear Regulatory Commisson) மாற்றம் செய்யப்பட்டது.

நூலோதி

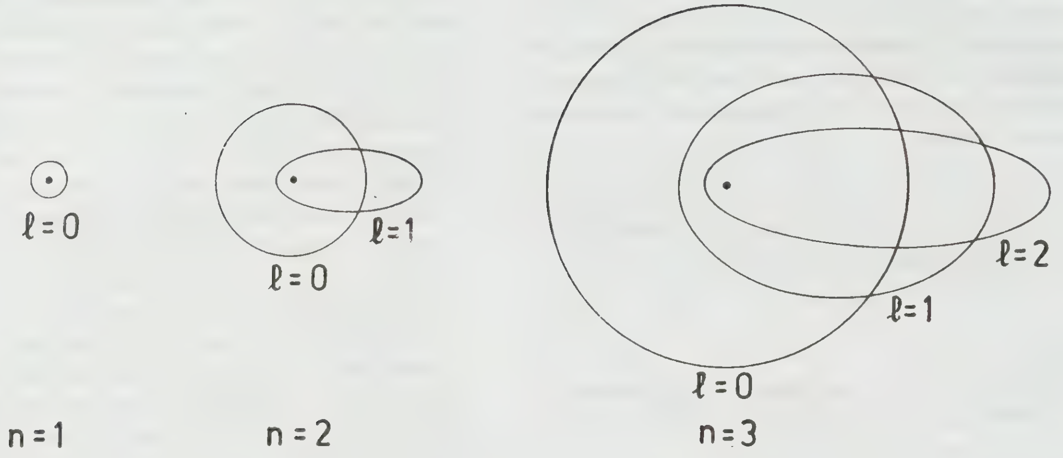
The New Encyclopaedia Britannica Micro, Vol I, 15th Edition, 1982.

அணுநிறமாலை

அணு நிறமாலை பற்றி அறியுமுன்பு அணுவின் அமைப்பைத் தெரிந்து கொள்வது மிகவும் அவசியமாகும். பொதுவாக ஒவ்வோர் அணுவிலும் நேர்மின்னூட்டமுடைய அணுக்கருவும், (Nucleus) அதைச் சுற்றிப் பல சுற்றுப் பாதைகளில் வலம் வரும் எதிர்மின்னூட்டமுடைய எலக்ட்ரான்களும்(Electrons) உள்ளன. அணுக்கருவின் விட்டம் 10^{-15} மீ. அளவிலும், எலக்ட்ரான் பாதைகளின் சராசரி விட்டம் 10^{-10} மீ. அளவிலும் உள்ளன. அணுக்கருவினுள் புரோட்டான்களும் (Protons) நியூட்ரான்களும் (Neutrons) உள்ளன. புரோட்டான், நேர் மின்னூட்டமும், எலக்ட்ரான் எதிர் மின்னூட்டமும் கொண்டுள்ளன. நியூட்ரானுக்கு மின்னூட்டம் இல்லை. ஓர் அணுவில் புரோட்டான் எண்ணிக்கையும், எலக்ட்ரான் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருப்பதால் அணுவின் மின்நிலை சமமாக இருக்கும். புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து ஓர் அணு மற்ற அணுவிலிருந்து மாறுபடுகிறது. அணுக்கருவினுள் இருக்கும் துகள்கள் வலுமிக்க விசையால் நிலை பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் எலக்ட்ரான்கள் கூலும் விசையால் அணுக்கருவைச் சுற்றி வருகின்றன.

எலக்ட்ரான் நிலை

அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும் ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானும் நான்கு எண்களால் குறிக்கப்படுகிறது. இந்த எண்களின் அடிப்படையில் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் கணக்கிடப்படுகிறது. முதன்மைக் குவாண்டம் எண் (Principal quantum number) 1, 2, 3,............ என எலக்ட்ரானின் வட்டப் பாதையைக் குறிக்கும். இதில் 1 என்பது அணுக்கருவிற்கு மிக அண்மையிலுள்ள வட்டப்பாதையையும், 1, 2 என்பது அணுக்கருவிலிருந்து இரண்டாவது வட்டப்பாதையயும் குறிக்கும். போர் (Bohr) என்பாரின் அணுப்படிவத்தின் படி (Bohr atom model) ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவில் எலக்ட்ரானின் முதன்மைக் குவாண்டம் எண் 'n' என்றால் அதன் ஆற்றல் $E_n = -2\pi^2 me^4/(n^2 h^2)$ என்றும், அணுக்கருவிலிருந்து அதன் தொலைவு $\gamma_n = n^2h^2/(4\pi^2me^2)$ என்றும் ஆகிறது. இந்தச் சமன்பாடுகளில் m என்பது எலக்ட்ரானின் நிறையையும், e என்பது அதன் மின்னூட்டத்தையும், h என்பது பிளாங்க் மாறிலியையும் (Plank constant) குறிக்கும். ஆற்றல் சுழியாகும்போது அப்பாதையிலுள்ள எலக்ட்ரான் அணுவிலிருந்து விடுபட்டதாகக் கருதப்படும். அடுத்ததாக எலக்ட்ரானின் நீள்வட்டப்பாதையின் நீட்சியைச் (Eccentricity of Ellipse) சுற்றுப்பாதை குவாண்டம் எண் 0, 1, 2,...... என்று குறிக்கிறது. இதை 'l' என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடுவர்; l = 0 என்றால் அது வட்டவடிமான பாதையாகும். l = 1 என்றால் அதில் மூன்று (2l+1) வித மான நீள்வட்டப் பாதைகள் (Elliptical orbit) உள்ளன என்று பொருள். ஓர் எலக்ட்ரானின் முதன்மைக்



படம் 1 எலக்ட்ரான் சுற்றுப்பாதை

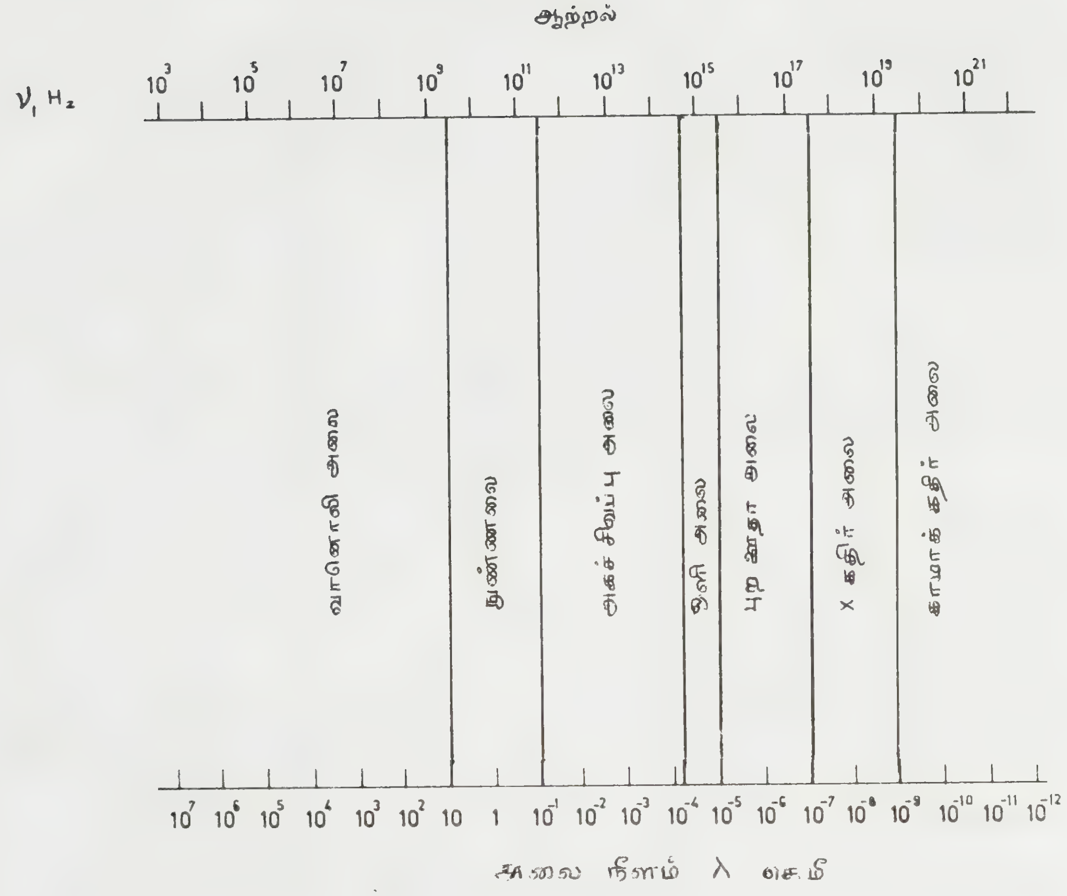
குவாண்டம் எண் n என்றால், அதன் சுற்றுப் பாதைக் குவாண்டம் எண் l என்பது 0 முதல் n—1 வரை இருக்கலாம். அய்ட்ரஜன் அணுக்கரு வைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரானின் வெவ்வேறு நீள் வட்டப்பாதைகளை விளக்கப் படம் 1 இல் காணலாம். மூன்றாவது சுற்றுக் காந்தம் குவாண்டம் எண், m_l (Orbital magnetic quantum number) ஆகும். சுற்றுப் பாதைக் குவாண்டம் எண் l எனவுள்ள எலக்ட்ரானை ஒரு புற காந்தப் புலத்தில் வைக்கும் போது அது $(2l+1)$ $(-l, -l+1, \ldots\ldots 1.0.1 \ldots\ldots l)$ ஆற்றல் நிலைகளாகப் பிரிவுறுகின்றது. வேறுபட்ட இவ்வாற்றல் நிலைகளைக் குறிப்பிட m_e என்ற சுற்றுக் காந்த குவாண்டம் எண் பயன்படுகின்றது. நான்காவதாக, சுழற்சிக்காந்த குவாண்டம் எண் (Spin magnetic quantum number) m_s ஆகும். இது $-1/2$, $1/2$ என்று இரு மதிப்புக்களை மட்டுமே பெற்றிருக்க முடியும். எனவே, (n, l, m_l, m_s) என்ற நான்கு எண்களால் ஓர் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் நிலை குறிக்கப்படுகிறது. ஓர் அணுவில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் இருப்பின் அந்த எலக்ட்ரான்களின் நிலைகளைப் பொறுத்து அந்த அணுவின் ஆற்றல் நிலை அமைகிறது. அணுவில் எலக்ட்ரான் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்குத் தாவுவதால் தான் அணு அலைமாலை ஏற்படுகிறது.

மின்காந்த அலையும் (Electro magnetic spectrum), **அணுவோடு அதன் இடை வினையும்** (Interaction)

அணுவும் மின்காந்த அலையும் ஒன்றோடொன்று இடைவினை புரிகின்றன. மின்காந்த அலை என்பது குவாண்டம் ஆற்றல் என்று நிறுவப்பட்டிருக்கின்றது. எனவே, ஒரு மின்காந்த அலையின் குவாண்டம் அதன் அதிர்வெண்ணுக்கு ஏற்ப ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். குவாண்டத்தின் எண்ணிக்கை அலையின் செறிவைப் (Intensity) பொறுத்தது. மின்காந்த அலையின் குவாண்டம் ஆற்றலை ஃபோட்டான் என்றும் அழைப்பதுண்டு. மின்காந்த அலையின் அலை நீளம் λ எனவும், அலை அதிர்வெண் γ எனவும், அலையின் வேகம் c எனவும் கொண்டால் $\lambda\gamma = c$ என்ற சமன்பாடு பொருந்தும். $h\gamma$ என்பது இந்த அலையின் குவாண்டம் ஆற்றல். இதிலிருந்து அலைநீளம் என்பது அலைகள் எடுத்துச் செல்லும் ஆற்றலுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது என்பதை அறிகின்றோம். படம்-2 இதை விளக்கிக் காட்டுவதாக இருக்கின்றது.

இரு எலக்ட்ரான் நிலைகளின் ஆற்றல் வேறுபாடு மின்காந்த அலையின் ஆற்றலுக்குச் சமமாகும் போது எலக்ட்ரான் ஆற்றலை முழுவதுமாக உட்கவர்ந்து கீழ் ஆற்றல் நிலையிலிருந்து, மேல் ஆற்றல் நிலைக்குத் தாவும். மேல் ஆற்றல் நிலையிலிருந்து, கீழ் ஆற்றல் நிலைக்குத் தாவினால் எலக்ட்ரான் ஒரு குவாண்டம் ஆற்றலை உமிழ்கிறது.

குவாண்டம் ஆற்றல் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடும் உணர்கருவியைப் (Detector) பயன்படுத்தினால், எலக்ட்ரான் குவாண்டம் ஆற்றல்களை உட்கவரும் போதும் உமிழும்போதும் ஏற்படும் குவாண்டம் ஆற்றலின் எண்ணிக்கை மாற்றங்களைக் கணக்கிட முடியும். குவாண்டம் ஆற்றலையும் அதன் எண்ணிக்கையையும் கொண்ட வரைபடம்தான் அணுநிறமாலை எனப்படுகிறது. குவாண்டம் ஆற்றலுக்கு மாறாக, அலை நீளம், அலை அதிர்வெண் போன்றவையும், குவாண்டம் ஆற்றலின் எண்ணிக்கைக்கு மாறாக, அந்தக் குவாண்டம் ஆற்றல் கொண்ட அலையின் செறிவும் குறிப்பிடப் படாமல் அலைநிறமாலையில் இருக்கும் குவாண்டம்

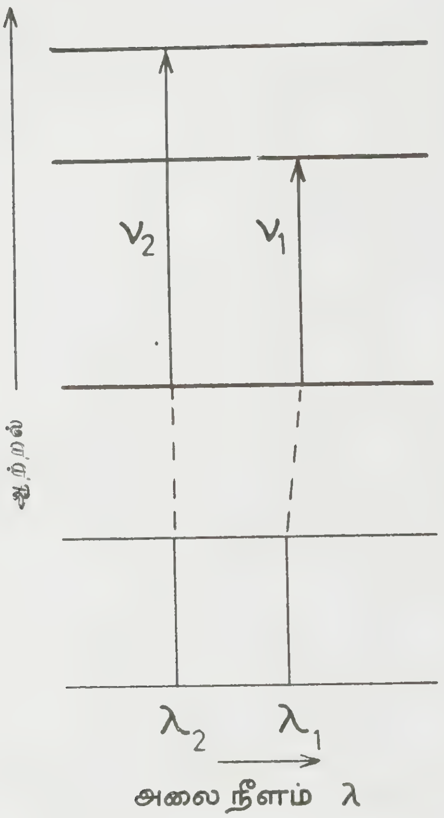


படம் 2. மின்காந்த அலை

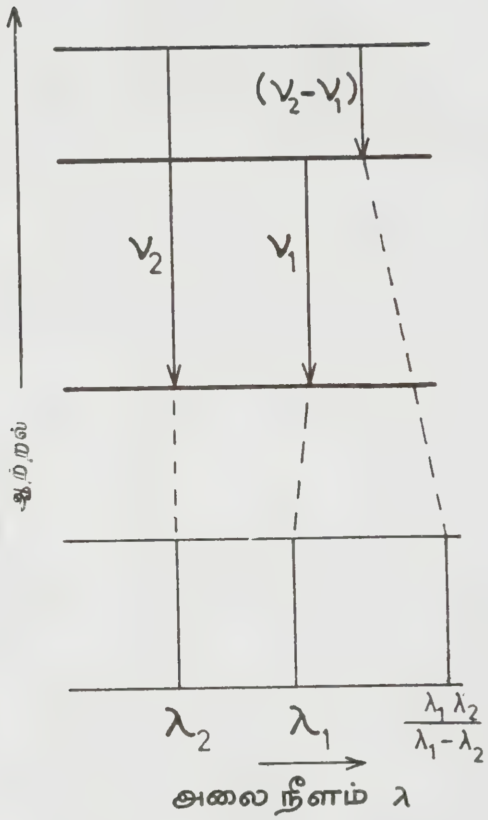
ஆற்றல்கள் மட்டும் சிலவேளைகளில் குறிப்பிடப்படுவதுண்டு. விளக்கப்படம் 3இல் உட்கவர் நிறமாலையும், (Absorption Spectrum) உமிழ் நிறமாலையும் ஏற்படும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அய்ட்ரஜன் அணு நிறமாலை

அய்ட்ரஜன் அணு நிறமாலையை இங்கு விளக்கமாகக் காணலாம். அய்ட்ரஜன் அணுக்கருவில் ஒரு புரோட்டான் உள்ளது. ஓர் எலக்ட்ரான் அதைச் சுற்றி வருகிறது. முதல் குவாண்டம் எண் 1 கொண்ட பாதையின் விட்டம் 0.53×10^{-3} செ.மீ. ஆகும். இதில் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரானுக்கு 10.2 எ.வோ (ev) ஆற்றல் கொடுத்தால் அது அடுத்த பாதைக்குத் தாவி அதில் சுற்றி வரும். இந்த வட்டப் பாதைகளின் ஆற்றலை விளக்கப்படம் 4இல் காணலாம். எலக்ட்ரான் புரோட்டானைச் சுற்றிவரக் காரணமாயிருக்கும் கூலும் விசையையும் மீறும் அளவுக்கு எலக்ட்ரான் ஆற்றல் பெறும்போது அது கட்டவிழ்ந்த எலக்ட்ரானாகிறது (Free Electron). இச்செயலுக்கு அயனியாக்கம் (Ionisation) என்று பெயர். ஓர் எலக்ட்ரானைப் பிரிந்த அணு அயனி (Ion) எனப்படும். அய்ட்ரஜன் வளிமத்தை ஒரு கண்ணாடிக் குழலில் அடைத்து அதன்வழியாக மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சும்போது அய்ட்ரஜன் அணுவைச் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு பாதைகளுக்கு உயர்த்தப்படும். அந்த ஆற்றலை எலக்ட்ரான்கள் குறைந்த ஆற்றலுள்ள பாதைகளுக்குத் தாவும்போது வெவ்வேறு குவாண்டம் ஆற்றலை உமிழ்கின்றன. மற்ற பாதைகளிலிருந்து $n = 1$ என்ற பாதைக்குத் தாவும்போது ஏற்படும் அலைமாலைக் கோடுகள் லைமன் வரிசை (Lymen series) என்றும், $n = 2$ என்ற பாதைக்குத் தாவும்போது ஏற்படும் கோடுகள் பால்மர் வரிசை (Balmer series) என்றும், $n = 3$ என்ற பாதைக்குத் தாவும்போது ஏற்படும் கோடுகள் பாஸ்சன் வரிசை (Paschen series) என்றும், $n = 4$ என்ற பாதைக்குத்தாவும்போது ஏற்படும் கோடுகள் ப்ராக்கெட் வரிசை (Brackett series) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. லைமன் வரிசையிலுள்ள குவாண்டம் ஆற்றல் புறஊதா அலையிலும், பால்மர் வரிசையிலுள்ள குவாண்டம் ஆற்றல் ஒளி அலையிலும், பாஸ்சன் வரிசையிலுள்ள குவாண்டம் ஆற்றல் அகச்சிவப்பு அலையிலும் காணப்படுகின்றன. விளக்கப்படம் 4(அ)



உட்கவர் நிறமாலை ஏற்படும் வகை



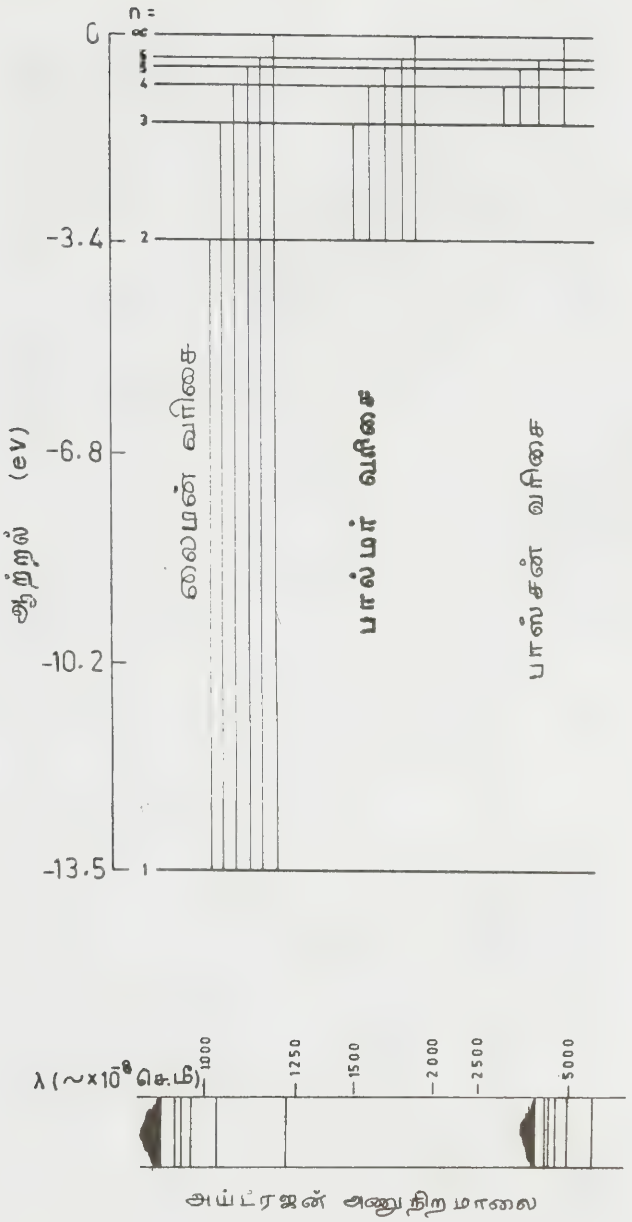
அணு உமிழ்நிறமாலை ஏற்படும் வகை

படம் 3

4-இல அய்ட்ரஜன் அணுவின் உமிழ் நிறமாலைக் காணலாம்.

அணு நிறமாலை மானிகள் (Spectrometers)

ஆய்வுக் கூடங்களில் அணு நிறமாலைகள் எவ்வாறு பெறப்படுகின்றன என்று இங்குக் காணலாம். பொதுவாக, அணு நிறமாலை பெறுவதற்கு விளக்கு, அணுக் கலம், குவாண்டம் ஆற்றல் பகுப்பான், உணர்கருவி என்ற நான்கு துணைக்கருவிகள் தேவை. விளக்கு மின்காந்த அலையைப் பிறப்பிக்கிறது. அணுக்கலத்தில் ஒரு பொருள் அதன் அணுக்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. பல குவாண்டம் ஆற்றல்களைக் கொண்ட மின்காந்த அலை குவாண்டம் ஆற்றல் பகுப்பான் (Monochromator) வழியாகச் செல்லும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட குவாண்டம் ஆற்றல் கொண்ட மின்காந்த அலை மட்டும் வெளிவருகிறது. பட்டகம் (Prism), கீற்றணி (Grating) போன்ற நிறப்பிரிகைகளைக் கொண்ட பலவகையான குவாண்டம் ஆற்றல் பகுப்பான்கள் வழக்கத்தில் உள்ளன. ஒரு நிறப்பிரிகை (Dispersing element) வழியாகப் பல குவாண்டம் ஆற்றல்களைக் கொண்ட மின்காந்த அலை செல்லும் போது வெவ்வேறு குவாண்டம் ஆற்றல்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் பிரிந்து செல்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செல்லும் குவாண்டம் ஆற்றல் மட்டும் வெளியேறுமாறு ஒளித்துளை (Aperture) பகுப்பானில் உள்ளது. இந்த ஒளித்துளையை நகர்த்துவதனால் வெவ்வேறு குவாண்டம் ஆற்றல்களை வெளிக்கொணர முடியும். இக்காலத்தில் இதுபோல் பகுப்பான்களின்றி ஒருங்கிணைந்த ஒளி இணைப்பு விதிப்படி வேலை செய்கின்ற ஒருங்கிணைந்த ஒளி இணைப்பு நிறமானிகள் (Interference spectrometers) பலவகைகளில் சிறப்பாகப் பயன்படுகின்றன. பகுப்பானிலிருந்து வெளிவரும் குவாண்டம் ஆற்றலின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட அல்லது அந்தக் குவாண்டம் ஆற்றலைக் கொண்ட மின்காந்த அலையின் திண்மையை அளந்திட உணர் கருவி உதவுகிறது. கணிக்கப்படவேண்டிய குவாண்டம் ஆற்றலின் அளவைப் பொறுத்து உணர்கருவிகள் வேறுபடுகின்றன. X-கதிர் அலைக்கு ஜெர்மானியமும் (Germanium), ஒளி அலைக்கு ஒளி மின்சாரப் பெருக்கியும் (Photo multiplier tube), அகச்சிவப்பு அலைக்கு வெப்ப மின்சார இரட்டை, கோலே உணர்கருவி போன்றவையும் பயன்படுகின்றன. இவை தவிர, ஒளிப்படத் தகட்டின் மேல் மின்காந்த அலை படும்



படம் 4. அய்ட்ரஜன் அணுவில் எலக்ட்ரான் நிலைகள்

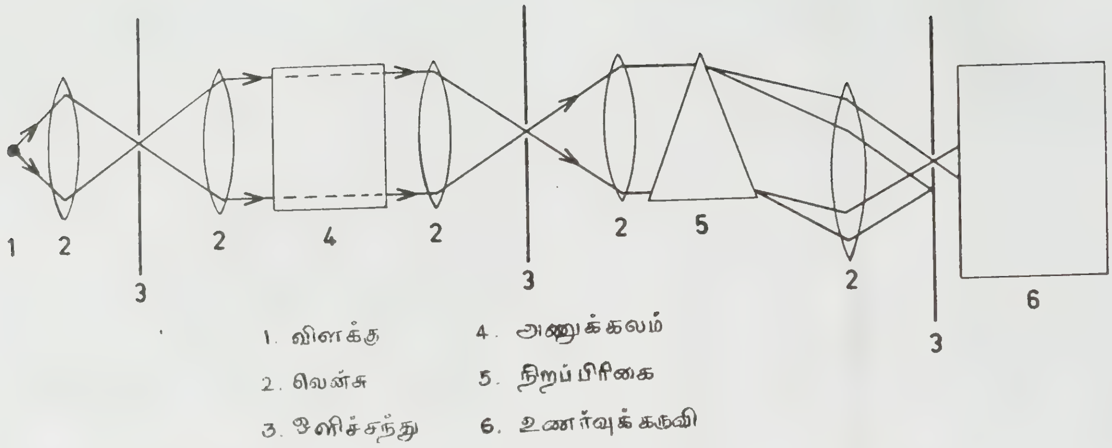
போது அதிலுள்ள குவாண்டம் ஆற்றலின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துத் தகட்டின் மேல் ஏற்படும் ஒளி மாற்றத்தை அளந்து குவாண்டம் ஆற்றலின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடலாம்.

அணு உட்கவர் நிறமாலை, அணு உமிழ் நிறமாலை, அணு ஒளிர் நிறமாலை என்ற மூன்று வகையான நிறமாலைகள் குறிப்பிடத்தக்கன. விளக்கப் படம் 5இல் அணு உட்கவர் நிறமானி காட்டப் பட்டுள்ளது. இதில் இருக்கும் விளக்கு எல்லாத் குவாண்டம் ஆற்றல்களையும் கொடுப்பதாகவோ, கணக்கிட விரும்பும் ஒளிபொருள் குவாண்டம் ஆற்றல் களை மட்டும் கொடுப்பதாகவோ இருக்கும். இந்த மின்காந்த அலை அணுக்கலத்தில் குவிக்கப்படும். அணுக்கலத்தில் மின்சாரத்தினாலோ தீச்சுடரினாலோ கணக்கிட இருக்கும் பொருள் அணுக்களாகப் பிரிக்கப் படும். இந்த அணுக்கள் விளக்கிலிருந்து வந்த மின் காந்த அலையில் குறிப்பிட்ட குவாண்டம் ஆற்றல் களை மட்டும் உட்கவரும். இதனால் அணுக்கலத்தை ஊடுருவி வந்த மின்காந்த அலையில் அந்த அணுக்களுக் குரிய குவாண்டம் ஆற்றல்கள் மட்டும் எண்ணிக் கையில் குறைவாக இருக்கும். பகுப்பான், உணர் கருவி ஆகியவற்றின் உதவி கொண்டு இந்த மின்காந்த அலையிலுள்ள வெவ்வேறு குவாண்டம் ஆற்றல்களின் எண்ணிக்கைகள் கணக்கிடப்படும். இந்த நிறமாலை மானியில் விளக்கு, அணுக்கலம், உணர்கருவி ஆகிய மூன்றும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கும். அணுக் கலத்திற்கும் உணர்கருவிக்கும் இடையில் பகுப்பான் இருக்கும்.

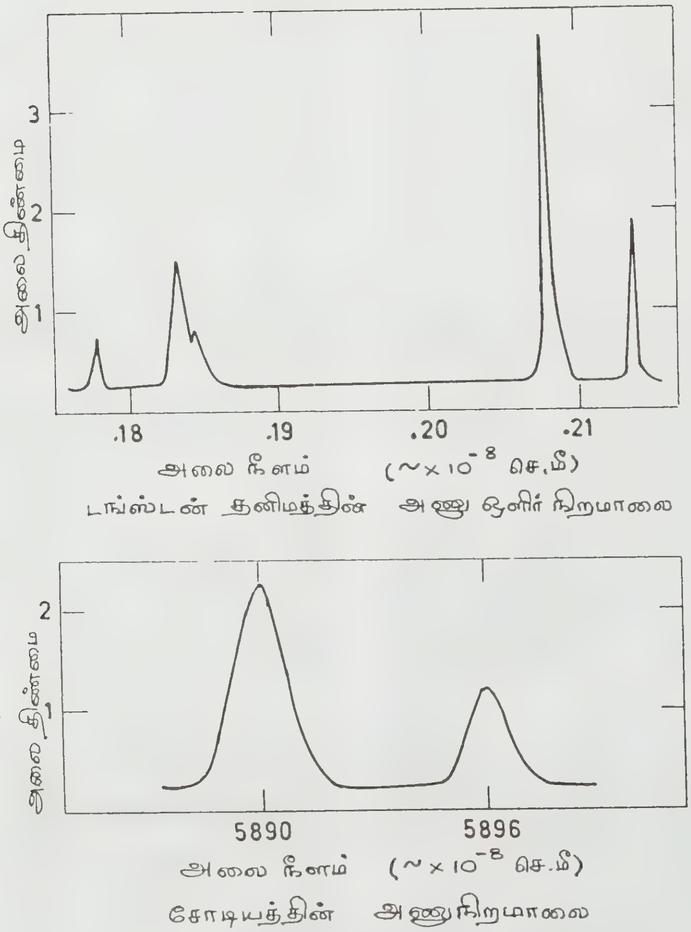
அணு உமிழ் நிறமாலைமானியில் விளக்கு இல்லை. இதில் அணுக்கலத்தைச் சூடாக்குவதாலோ, வேகப்படுத் தப்பட்ட எலக்ட்ரான் மோதுவதாலோ அணுக்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் அதிக ஆற்றல் பெறுகின்றன. இவ்வாறு அதிக ஆற்றல் பெற்ற எலக்ட்ரான்கள் குறைந்த ஆற்றல் நிலைக்கு வரும்போது அந்த ஆற்றல் வேறுபாட்டை மின்காந்த அலையாக உமிழ்கின்றன. இவ்வலையைப் பகுப்பான் வழியாக உணர்கருவிக்கு அனுப்பினால் அணுஉமிழ் நிறமாலை கிடைக்கும். விளக்கப்படம் 6இல் சோடியத்தின் அணுஉமிழ் நிற மாலையைக் காணலாம்.

அணு ஒளிர் நிறமாலை மானியில் விளக்கு, அணுக்கலம், உணர் கருவி ஆகிய மூன்றும், L வடிவில் அமைந்திருக்கும். இதிலுள்ள விளக்கு எல்லா குவாண் டம் ஆற்றல்களையும் கொண்ட மின்காந்த அலையைப் பிறப்பிக்கும். அணுக்கலத்திலுள்ள அணுக்கள் இவ் வலையிலுள்ள குறிப்பிட்ட குவாண்டம் ஆற்றல்களை உட்கவர்ந்து அதிக ஆற்றல் நிலைக்குச் செல்லும். அவை மீண்டும் குறைந்த ஆற்றல் நிலைக்கு வரும் போது அந்த ஆற்றலை எல்லாத் திசைகளிலும் உமிழும் இவ்வாறு அணுக்கள் உமிழ்ந்த குவாண்டம் ஆற்றல்கள் செங்கோணத்தில் பகுப்பான் வழியாக உணர்கருவி யினால் கணிக்கப்படுகின்றன. டங்ஸ்டன் தனிமத்தின் அணு ஒளிர் நிறமாலையை விளக்கப்படம் 6இல் காண லாம்.

இந்த நிறமாலைகளின் உதவிகொண்டு ஒரு பொரு ளில் என்னென்ன தனிமங்கள் என்னென்ன விகிதத்தில் கலந்துள்ளன என அறியலாம். கிட்டத்தட்ட 60 தனி மங்கள் 10^{-7} கிராம் அளவில் இருந்தாலும் அவற்றைக் கண்டு கணக்கிட முடியும். மேற்குறிப்பிட்ட நிற மாலைமானிகளில் ஒரு பொருளில் அடங்கிய தனிமங் களைக் கண்டறிய வேண்டுமானால், அந்தப் பொருளை



படம் 5. அணு உட்கவர் நிறமானி



படம் 6. டங்ஸ்டன் தனிமத்தின் அணு ஒளிர் நிறமாலை. சோடியத்தின் அணு நிறமாலை

அணுக்கலத்தில் எரிக்கவேண்டும். அதாவது அந்தப் பொருள் ஆய்வுக்காக நிலையாக மாற்றப்படவேண்டியுள்ளது. ஆனால் ஓஜே எலக்ட்ரான் நிறமானி (Auger Electron Spectrometer) போன்றவற்றில் ஒரு பொருளை அழிக்காமல் அதன் பரப்பில் காணப்படும் தனிமங்களை மிகவும் துல்லியமாகக் கண்டுகணக்கிட முடியும். ஓஜே எலக்ட்ரான் நிறமானியில் ஓர் எலக்ட்ரானோ அல்லது X-கதிரோ பொருளின் பரப்பிலுள்ள அணுவிலோ அல்லது வளிம நிலையிலுள்ள பொருளின் அணுவிலோ மோதி, அதிலுள்ள உட்கரு எலக்ட்ரானை வெளியேற்றுகிறது. அந்த இடத்திற்கு அதைவிட அதிக ஆற்றல் கொண்ட எலக்ட்ரான் தாவும்போது மிஞ்சுகின்ற ஆற்றலைப் பெற்று அதே அணுவிலுள்ள மற்றோர் எலக்ட்ரான் வெளியேறுகிறது. இவ்வாறு வெளியேறிய எலக்ட்ரான் ஓஜே எலக்ட்ரான் எனப்படுகிறது. இதன் ஆற்றலையும் எண்ணிக்கையையும் கணக்கிடுவதனால் அந்த அணுவைப் பற்றி அறிய முடிகிறது. ஒரு பொருளில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களைக் கண்டறிவதன் மூலம் அந்தத் தனிமங்களின் விகிதத் தேவைக்கேற்றபடி மாற்றியமைத்த அந்தப் பொருளை எந்தவிதப் பயன்பாட்டிற்கும் ஏற்றதாகச் செய்ய வழியுண்டு.

அணு நிறமாலையின் பயன்கள்

அணுவின் தன்மையை அறிந்து கொண்டதன் விளைவாக அறிவியல் உலகத்தில் தோன்றிய கண்டுபிடிப்புகள் மிகப் பல. அவற்றில் ஒன்று லேசர் (Laser) என்ற விளக்காகும். ஒரு வளிமத்தின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தும் போது அதிக ஆற்றல் நிலைக்குச் செல்லும் எலக்ட்ரான்கள், வெளிப்புறத்தூண்டுதலின்றித்தன்னிச்சையாகச் (Spontaneous emission) குறைந்த ஆற்றல் நிலைக்கு வந்து குவாண்டம் ஆற்றலை உமிழ்கின்றன. வெவ்வேறு எலக்ட்ரான்கள் உமிழ்ந்த குவாண்டம் ஆற்றல்கள் ஒன்றோடொன்று எந்தவிதத் தொடர்பும் இல்லாமல் இருக்கின்றன. அந்த வளிமத்தில் குறைந்த ஆற்றல் நிலையில் இருப்பதை விட அதிக ஆற்றல் நிலையில் அதிக எலக்ட்ரான்கள் இருக்கும் வேளையில் (Population inversion) அந்த எலக்ட்ரான்கள் உமிழும் குவாண்டம் ஆற்றல்கள் ஒருங்கிணைந்தவையாக (Coherent) இருக்கின்றன. அதாவது எல்லாக் குவாண்டம் ஆற்றல்களும் ஒரே திசையில் ஒருங்கிணைந்து ஒரே அதிர்வெண்ணுடன் செல்கின்றன. லேசர் விளக்கில் ஒளிரும் ஊடகம் (Active Medium) திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளில் இருக்கலாம். வளிம லேசர்களில் மின்சாரமோ (Electric discharge), அணு உலையிலிருந்து கிடைக்கும் நியூட்ரான்களோ (Direct neutron pumping) ஒளிரும் பொருளிலுள்ள எலக்ட்ரான்களை அதிக ஆற்றல் நிலைக்கு உயர்த்துகின்றன. திண்ம நீர்ம லேசர்களில் (Solid liquid state lasers) மின்காந்த அலை எலக்ட்ரான்களை அதிக ஆற்றல் நிலைக்கு உயர்த்துகிறது. லேசரில் இரு ஆடிகள் (Mirrors) முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. ஓர் அணுவின் நிறமாலையைப் பற்றிய அறிவிலிருந்து அந்த அணுக்களாலான பொருள் லேசர் விளக்காக ஒளிர முடியுமா என்று கண்டறிந்து, அதற்கான வழிகளில் முனைந்து லேசர் உருவாக்கப்படுகிறது.

இந்த லேசர்களின் பயன்கள் அளவிடற்கரியன. மருத்துவத் துறையில் நரம்புகளை வெட்டி ஒட்டுவது முதலான அறுவைகள் (Operation) செய்யவும், செய்தித் தொடர்புத் துறையில் மிகுந்த அளவில் செய்திகளை விரைவாகச் சிக்கனமாக ஒரே நேரத்தில் அனுப்பவும் பெறவும் (Laser communication) தொழில் துறையில் மிக நுட்பமான துளைகள் போடவும், அறுக்கவும், பாதுகாப்புத் துறையில் எதிரிகளின் இலக்குகளைத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடித்து அவற்றை அழிக்கவும், ஆற்றல் துறையில் அணுப்பிணைப்பு உலையிலும், அணுப்பிளப்பு உலையில் பயன்படும் யுரேனியம்-235 என்ற தனிமத்தைப் பிரித்து ஒதுக்கவும், அறிவியல் துறையில் பல நுட்பமான ஆய்வுகள் நடத்தவும் இன்றைய லேசர்கள் பயன்படுகின்றன. இன்றைய லேசர்களின் உதவியால் அணுநிறமாலை பற்றிய அறிவியலில் ஒரு மறுமலர்ச்சியே ஏற்பட்டிருக்கிறது.

அண்டவெளியில் இருக்கும் வளிமங்களை அவற்றின் அணு நிறமாலையின் உதவிகொண்டு ஆய்வதால் அண்டவெளி பற்றிய பல உண்மைகளை அறிய முடிகிறது. ஒரு கோளில் என்னென்ன தனிமங்கள் எந்த அளவில் உள்ளன என்று அறிந்து அங்கு எந்த வகையான தட்பவெப்பநிலை காணப்படும் என்றும், உயிரினங்கள் எவையேனும் வாழ இயலுமா என்றும் கூற முடியும். அண்டத்தில் தனிமங்களின் விகிதம் காலப் போக்கில் மாறுபடுவது பற்றி அறிந்து அதன் மூலம் அண்டத்தின் பிறப்புவளர்ப்பு பற்றியும் கூறமுடியும்.

சூரியனின் வெளிப்பரப்பில் உள்ள வளிமங்களைக் கண்டறியவும், அதன் வெப்பநிலையைக் கணக்கிடவும் அணுநிறமாலை பயன்படுகிறது. சூரியன் எல்லா மூல ஆற்றலிலும் மின்காந்த அலையை உமிழ்கிறது. இந்த உமிழ்நிறமாலையின் வடிவம், மிக அதிக எண்ணிக்கையுள்ள மூல ஆற்றலின் அளவு போன்றவற்றிலிருந்து சூரியனின் வெப்பநிலை கணக்கிடப்படுகிறது. சூரியனின் மையம் சற்றேறக்குறைய 10^6 சென்டிகிரேடு வெப்ப நிலையிலும், வெளிப்பரப்பு 6000 சென்டிகிரேடு வெப்பநிலையிலும் உள்ளது. இந்த அளவான வெப்ப ஆற்றல் சூரியனிலுள்ள வளிமங்களில் அணுப்பிணைப்பு (Fusion) நிகழ்வதன் மூலம் உண்டாகிறது என்பது கண்டறிந்த உண்மை. இந்த வளிமங்கள் எவை, அவற்றின் விகிதம், அடர்வு முதலானவை என்ன என்பதைக் கண்டறிந்து உலகத்தில் சூரியனைப் போல ஆற்றல் வெளிப்படுத்தும் அணுப்பிணைப்பு உலைகள் உருவாக்க ஆய்வுகள் நடைபெற்றுவருகின்றன. சூரியனிடமிருந்து வரும் மின்காந்த அலையை நிறப்பிரிகை வழியாகப் பகுத்துப் பார்த்தபோது ஃப்ரானோபர் (Fraunhofer) என்பவர் முதன்முதலில் அந்த நிறமாலை

யில் பல கருப்புக் கோடுகளைக் கண்டார். இந்தக் கருப்புக் கோடுகள் அய்ட்ரஜன், ஹீலியம், முதலானவற்றின் அணுஅலைமாலைக் கோடுகளாகும். இந்த ஆய்விலிருந்து அவர் சூரியனின் வெளிப்பரப்பிலுள்ள இந்த வளிமங்கள் சூரியன் உமிழ்ந்த மின்காந்த அலையிலிருந்து குறிப்பிட்ட மூல ஆற்றலை உட்கவர்ந்ததன் விளைவாகச் சூரிய நிறமாலையில் கருப்புக்கோடுகள் தென்பட்டன என்று கண்டறிந்தார்.

அணு அலைமாலையின் உதவி கொண்டு நகரும் பொருளின் வேகத்தைக் கணக்கிடலாம். நிலையான ஓர் அணுவின் அலைமாலையில் $h\gamma$ என்ற மூல ஆற்றல் இருந்தால், அந்த அணு உணர் கருவியை நோக்கி γ என்ற வேகத்தில் நகரும்போது அந்த மூல ஆற்றல் $h\gamma\left(1-\frac{\gamma}{c}\right)$ என்று காணப்படும். அணுவானது உணர் கருவியை விட்டுவிலகி γ என்ற வேகத்தில் நகர்ந்தால் $h\gamma$ என்ற மூலஆற்றல் $h\gamma\left(1+\frac{\gamma}{c}\right)$ என்று காணப்படும். இதில் c என்பது ஒளியின் வேகத்தையும், h என்பது பிளாங்கின் மாறிலியையும் குறிக்கும். இந்த விளைவிற்கு டாப்ளர் விளைவு (Doppler effect) என்று பெயர். ஓர் ஒளிரும் பொருளில் இருக்கும் வளிமங்கள் ஏற்படுத்தும் அலைமாலையை ஆய்ந்து, அதனோடு நிலையாக இருக்கும் அதே வளிமங்கள் ஏற்படுத்தும் அலைமாலையை ஒப்பிடுவதனால் அந்தப் பொருளின் வேகம் கணக்கிடப்படுகிறது. இதன் மூலம், பலூனில் காற்றூதும் போது அதன் மேலுள்ள புள்ளிகள் ஒன்றைவிட்டொன்று விலகிச் செல்வதைப்போல அண்ட வெளியில் பொருள்கள் ஒன்றைவிட்டொன்று விலகிச் செல்கின்றன (Expanding Universe) என்ற உண்மை புலனாயிருக்கிறது. விண்வெளியில் வெடிக்கும் விண்மீன்களில் (Exploding stars) உள்ள வளிமங்கள் என்ன வேகத்தில் எந்த மாதிரி நகருகின்றன என்றும் அறிய முடிகிறது. அந்த வளிமங்களின் வேக மதிப்பீட்டின் மூலம், அந்த விண்மீன் எப்போது வெடித்திருக்கும் என்றும், அது வெடிக்கும்போது எந்த நிலையில் இருந்திருக்கும் என்றும் கணிக்க முடிகிறது.

மூலக்கூறு அலைமாலையும் (Molecular Spectroscopy). பொருள் அலைமாலையும் (Condensed matter spectroscopy) ஒரு பொருளைப் பற்றிய முழு விவரங்களைத் தெரிந்து கொள்ள உதவுகின்றன. ஒரு மூலக்கூற்றில் எந்தெந்த அணுக்கள் எவ்வளவு உறுதியாக எந்த வடிவத்தில் (Molecular structure) இணைந்துள்ளன என்று அறிய மூலக்கூறு அலைமாலை உதவும். ஒரு பொருளில் மூலக்கூறுகள் எந்த வரிசை முறையில் (Lattice structure) எவ்வளவு உறுதியாக அமைந்துள்ளன என்றறியப் பொருள் அலைமாலை பயன்படும். இவ்வகையான அலைமாலைகள் உட்கவர்தல் (Absorption), பிரதிபலித்தல் (Reflection), ஊடுருவல் (Transmission), சிதறல் (Scattering) முதலான விளைவுகளின் அடிப்படையில் உருவாகின்றன. ஒரு பொருளின் வழியாக மின்காந்த அலையை அனுப்பும் போது ஏற்படும் செயற்பாட்டினால்ஒருபகுதி பொருளிலிருந்து எதிர்பலிக்கிறது, ஒரு பகுதி பொருளால் உட்கவரப்படுகிறது; ஒரு பகுதி பொருளை ஊடுருவிச் செல்கிறது; ஒரு பகுதி பொருளில் பட்டுச் சிதறுகிறது. இவ்வாறு பொருளால் மாற்றம் செய்யப்பட்ட மின்காந்த அலையில் அந்தப் பொருளைப் பற்றி மேற்கூறிய விவரங்கள் அடங்கியுள்ளன.

ஆர்.கே.

நூலோதி

1. விஞ்ஞானத் தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் (Ed), ''அணுவைப் பற்றி'' விஞ்ஞானத் தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் பம்பாய் (1968)
2. Sybil P. Parkar (Ed. in Chief), *"McGraw-Hill Encyclopaedia of Science & Technology"* McGraw-Hill Inc., New York USA (1982)
3. Robin M. Hochstrasser, *''Behaviour of Electrons in Atoms''* W. A. Benjamin Inc., New York (1964)
4. W. G. Richards and P. R. Scott, *''Structure and Spectra of Atoms''* John Wiley & sons, London (1976)
5. Alan Holden, *''The Nature of Solids''* Colombia University Press, New York (1965)
6. Charles Kittel, *''Introduction to Solid state Physics'* Wiley Eastern Limited, New Delhi (1977)

அணுநிறையலகு

தனித்தனி அணுக்களின் நிறைகளைக் குறிக்கத் தோராயமாக வரையறுக்கப்பட்ட அலகு அணு நிறை அலகு எனப்படுகிறது. எங்கும் பரவியுள்ள ஆக்சிஜனின் O^{16} என்ற ஓரிடத் தனிமம் (Isotope) இவ்வகை அலகமைப்பின் செந்தரமாகக்(Standard) கொள்ளப்படுகிறது.

இதன்படி ஓர் அணு நிலை அலகு என்பது O^{16} நிறையைப் போல் 1/16 மடங்கு நிறையாகும். இது O^{16}ஐ மட்டுமே எடுத்துக் கொள்ளாது. ஆக்சிஜனின் பிற ஓரிடத் தனிமங்களிலிருந்து (O^{16}, O^{17}, O^{18}) கண்டறியப்பட்ட வேதியியல் அணு நிறையைவிட 1.000275 மடங்கு சிறியதாகும். தற்போது அணு நிறை அலகு என்பது C^{12} தனிமத்தின் நிறையைப் போல 1/12 மடங்கினது என வரையறுக்கப்படுகிறது.

பார்க்க, அணு எடை

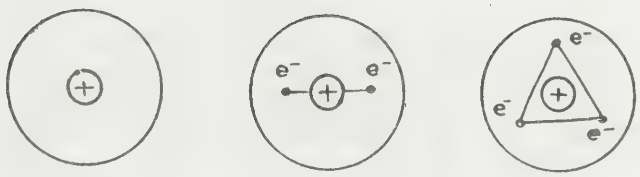
அணுப்படிமம்

தாம்சன் அணுப் படிமம்

1897 ஆம் ஆண்டு ஜெ. ஜெ. தாம்சன் என்னும் அறிவியல் அறிஞர் அணுக்களில் எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். எக்ஸ்கதிர்ச் சிதறல் (X-Ray scattering) செய்முறைகள் வாயிலாக ஒவ்வோர் அணுவிலும் இருக்கக்கூடிய எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையையும் அவர் கண்டுபிடித்தார். இந்த எலக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்னூட்டம் கொண்டவை. இந்தக் கண்டுபிடிப்பே அணுக்களின் உள்ளமைப்பு பற்றிய அறிவியல் அறிவின் தொடக்கமாகும். இயல்பாக அணுக்கள் மின் நடுநிலையில் உள்ளன. அத்தகைய அணுக்களின் உள்ளே எதிர்மின்னூட்டம் கொண்ட எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. ஆகையால் ஒவ்வோர் அணுவிலும் எலக்ட்ரான்களுக்குச் சம எண்ணிக்கையில் நேர் மின்னூட்டங்கள் இருக்கவேண்டும்.

அணுக்களின் உள்ளே எலக்ட்ரான்களும் நேர் மின்னூட்டங்களும் எவ்வாறு அமைந்துள்ளன என்பதைக் காண்பது அவ்வளவு எளிதாக இருக்கவில்லை. இதற்குப் போதிய அளவு செய்முறை விவரங்கள் கிடைக்கவில்லை. ஆனால் தாம்சன் கோட்பாட்டியல் (Theoretical) அடிப்படையில் அணுப்படிமத்தை விளக்கினார். மின் நிலையியல் (Electro statics) விதிப்படி, ஒத்த மின்னூட்டங்கள் (Like charges) ஒன்று சேர்ந்து இருததல் இ ாது. அவை ஒன்றையொன்று எதிர்த்துத் தள்ளி விலகி ஓடவேண்டும். ஆகையால், அணுக்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்துத் தள்ளி அணுக்களை விட்டு வெளியேற வேண்டும். ஆனால் உண்மையில் அவ்வாறு நிகழ்வதில்லை. மாறாக, அணுக்கள் யாவும் நிலைத்த தன்மை பெற்றுள்ளன. அப்படியானால் இந்த எதிர்ப் புவிசை ஏதோ ஒரு வழியில் ஈடுகட்டப்படவேண்டும். அத்தகைய முறையில் எலக்ட்ரான்களும் நேர்மின்னூட்டங்களும் அணுக்களின் உள்ளே அமைந்திருக்க வேண்டும் என்பது தாம்சனின் கருத்தாகும். இந்த அடிப்படையில் அவர் அணு அமைப்பை விளக்கினார்.

தாம்சன் கருத்துப்படி நேர்மின்னூட்டங்கள் கோள வடிவினவாக அணுவில் ஒரே சீராகப் பரவியிருக்க வேண்டும். இத்தகைய பரவலின் விளைவாக அணுக்களின் மையத்தில் நேர் மின்னூட்டம் சென்றிருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இக்கோளத்தில் எலக்ட்ரான்கள் பொதிந்திருக்கும். இதன் காரணமாக எலக்ட்ரான்கள் மீது கோளத்தின் மையத்தை நோக்கி ஓர் ஈர்ப்பு விசை செயல்படும். இந்த ஈர்ப்பு விசையானது எலக்ட்ரான்களுக்கு இடையே நிலவும் எதிர்ப்பு விசையை ஈடுகட்டும் வண்ணம் கோளத்திற்குள் எலக்ட்ரான்களின் அமைப்பு இருக்கவேண்டும். இந்தக் கணிப்புப்படிப் பார்க்கும் பொழுது ஒரே எலக்ட்ரான் உள்ள அய்ட்ரஜன் அணுவில் இந்த எலக்ட்ரான் அணுக்கோள மையத்திலே அமைய வேண்டும். இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் உள்ள

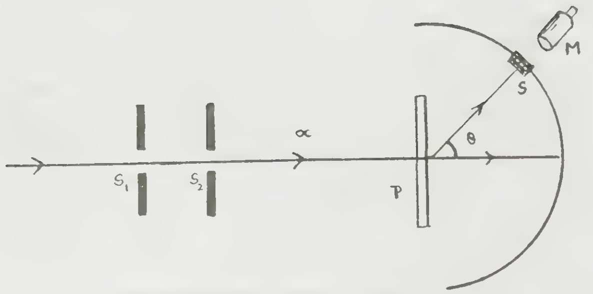


படம் 1. தாம்சன் அணுப் படிமம்

1) அய்ட்ரஜன் அணு.
2) ஹீலியம் அணு.
3) லிதியம் அணு.

ஹீலியம் அணுவில் இந்த எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கோள மையத்திற்கு எதிர்ப்பக்கங்களில் மையத்திலிருந்து அரை ஆயத் தொலைவில் சமச்சீராக அமைந்திருக்க வேண்டும். மூன்று எலக்ட்ரான்கள் உள்ள லிதியம் அணுவில் இந்த எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கோள ஆரத்தைப் பக்கமாகக் கொண்டு சமச்சீராக அமைந்த சமபக்க முக்கோணத்தின் முனைகளில் அமைந்திருக்க வேண்டும். இவ்வாறு தாம்சன் நூறு எலக்ட்ரான்கள் வரை கொண்ட அணுக்களில் எலக்ட்ரான் இருப்பிடங்களை வடிவமைத்து முடித்தார்.

எந்தவொரு கோட்பாட்டுக் கொள்கையும் செய்முறையில் காணும் உண்மைகளைச் சரியாக விளக்கும் போதுதான் அது சரியான கொள்கையாக ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது. ஒவ்வொரு தனிம அணுவும் அதற்கே உரித்தான நிறமாலைக் கோடுகளை (Spectral lines) வெளியிடுகின்றது. தாம்சன் அணுப்படிமக் கொள்கை சரியானதென்றால் அது இந்த நிறமாலைக் கோடுகளுக்குச் சரியாக விளக்கம் தரவேண்டும். அணுக்களிலெல்லாம் எளிமையானது அய்ட்ரஜன் அணுவாகும். இது பல நிறமாலைத் தொடர்களை (Series) வெளிவிடுகிறது. ஒவ்வொரு தொடரிலும் பல நிறமாலைக் கோடுகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு நிறமாலைக் கோடும் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் (Frequency) உள்ள மின்காந்த அலையாகும். தாம்சன் கொள்கைப்படி அணுவினுள் இருக்கும் ஒவ்வோர் எலக்ட்ரானும் அதன் இருப்பிடத்தை மையமாகக் கொண்டு அலைவுறும் (Oscillate) தன்மையுடையது. இந்த முறையில், அய்ட்ரசன் அணுவில் உள்ள ஒரே ஓர் எலக்ட்ரான் அலைவுறுவதால் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் உள்ள ஒரே ஒரு நிறமாலைக் கோடுதான் வெளியிடப்படவேண்டும். ஆனால் செய்முறையில் அய்ட்ரஜன் பல்வேறு அதிர்வெண்கள் கொண்ட பல நிறமாலைக் கோடுகளை வெளிவிடுகிறது என்பது தெரிகிறது. ஆகையால் தாம்சன் அணுப்படிமம் சரியாக இருப்பதற்கு வாய்ப்பேதுமில்லை. மேலும் அடுத்து விவரிக்கப்பெறும் ஆல்பா - துகள் சிதறலையும் தாம்சன் அணுப்படிமம் கொண்டு விளக்க இயலாது.



படம் 2. ரூதர்போர்டு ஆல்பா-துகள் சிதறல் செயல்முறை

S_1 S_2 - நுண் துளைகள்   S - பூசிய திரை. துத்தநாக சல்பைடு

μ - கூர்மையான ஆல்பா-கதிர்   M- நுண்ணோக்கி

ρ - பிளாட்டினத் தகடு   Q - சிதறல் கோணம்.

யுரேனியம் போன்ற சில கதிரியக்கப் பொருள்கள் இயற்கையாக ஆல்பா - துகள்களை வெளிவிடுகின்றன. யுரேனியத்திலிருந்து வரும் ஆல்பா - துகள்கள் இரண்டு நுண்துளைகள் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டுக் கூர்மையான கதிராக்கப்பட்டன. இந்தக் கதிரின் போக்குக்கு செங்குத்தாக இருக்கும் வண்ணம் இதன் பாதைகளில் ஒரு மெல்லிய பிளாட்டினத்தகடு (Foil) வைக்கப்பட்டு அதனூடே இக்கதிர் செலுத்தப்பட்டது. பிளாட்டினத் தகட்டின் வழியாக வந்த ஆல்பா-துகள்கள் துத்தநாக சல்பைட் பூசப்பட்ட ஒரு திரையில் விழுமாறு செய்யப்பட்டன. கண்ணுக்குப் புலனாகாத ஆல்பா - துகள்கள் இத்திரையில் விழும்போது திரையில் ஒளிப்புள்ளிகள் தோன்றின. இதைக்கொண்டு, பிளாட்டினத் தகட்டில் பட்டுச் சிதறிச் சென்ற ஆல்பா - துகள்களின் திசைகள் கண்டறியப்பட்டன.

ரூதர்போர்டு செய்த இச்செய்முறையில் உலோகத் தகட்டினூடே சென்ற ஆல்பா - துகள்களில் சில நேர் பாதையில் சென்றன. வேறு சில இப்பாதையை விட்டுச் சிதறி விலகிச் சென்றன. அவ்வாறு சிதறிச் சென்ற துகள்களின் சிதறல் கோணம் (Angle of scattering) வெவ்வேறு அளவுகளில் இருந்தது. சில துகள்கள் சுமார் 180 பாகை (Degree) அளவுக்குக்கூட மிகுதியான விலக்கம் அடைந்தன.

தாம்சன் கொள்கைப்படி அணுக்கருவில் நேர் மின்னூட்டம் கோளத்தில் சமமாகப் பகிர்ந்திருக்கும் போது ஆல்பா - துகள்கள் சிறுகோணங்களில்தான் சிதறலடைய முடியும். மாறாக ஆல்பா - துகள்கள் பெருங்கோணத்தில் விலக்கித் தள்ளப்படுகின்றன என்றால் அணுவினூடே அவை செல்லும் பொழுது ஒரு வலுவான மின்னூட்ட விசைக்கு உட்படுகின்றன என்று தெரிகிறது. மின் நிலையியல் விதிப்படி ஒரு நேர் மின்னூட்டத் துகளை மற்றொரு நேர்மின்னூட்டம் தான் விலக்கித் தள்ளமுடியும். ஆகையால் அணுவின் நேர்மின்னூட்டம் அனைத்தும் அணு முழுவதும் ஒரே சீராகப் பரவியிராமல் அணுவின் மையத்தில் திரண்டிருக்க வேண்டும் என்று ரூதர்போர்டு முடிவு செய்தார். அணு மையத்தில் மிகச் சிறிய இடத்தில் திரண்டிருக்கும் இந்தச் சிறிய நேர்மின்னூட்டப் பொருளே அணுக்கரு (Nucleus) எனப்படும். ரூதர்போர்டின் செய்முறைகள் வாயிலாக அணுக்கருவின் பருமன் அணுவின் பருமனைவிட மிகச் சிறியது என்று கண்டுபிடித்தார். இவ்வாறு ஓர் அணுவில் அதன் மையத்தில் நேர் மின்னூட்டம் கொண்ட மிக நுண்ணிய அணுக்கருவும் அதனைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்களும் அமைந்திருக்க வேண்டும் என்பது உறுதியாயிற்று.

ஓர் ஆல்பா - துகள் எலக்ட்ரான்களைவிட ஆயிரக் கணக்கான மடங்கு கனமானது. ஆகையால் அது அணுவினூடே செல்லும்பொழுது அதன் போக்கு எலக்ட்ரான்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் இது அணுமையத்தை நெருங்கும்போது அங்குள்ள நேர் மின்னூட்ட அணுக்கருவினால் எதிர்த்துத் தள்ளப்படுகின்றது. ஒரு மணல் மூட்டைக்குள்ளே சில கற்களை வைத்துக் கட்டி, அம்மூட்டையினூடே துப்பாக்கிக் குண்டுகளைச் சுடும்போது, கல்லில் படும் குண்டுகள் தாறுமாறாகச் சிதறி ஓடுவதுபோல், அணுக்கருவை நோக்கிச் செல்லும் ஆல்பா - துகள்கள் பல்வேறு கோணங்களில் சிதறி ஓடுகின்றன. அணுக்கருவை விட்டுச் சற்றுத் தள்ளிச் செல்லும் ஆல்பா – துகள்கள் சிறிதளவே விலகுகின்றன; அணுக்கருவை நேருக்கு நேர் சந்திப்பவை சுமார் 180 பாகை அளவுக்கும் சிதறி ஓடுகின்றன.

இவ்வாறு ரூதர்போர்டின் அணுக்கருக் கொள்கை உருவாயிற்று. ஆனால், இப்பொழுது அணுவுக்குள்ளே எலக்ட்ரான்களின் அமைப்பு எப்படிப்பட்டது என்பதை ரூதர்போர்டு விளக்க வேண்டியிருந்தது. எலக்ட்ரான்களின் அமைப்புப் பற்றிய எந்த விளக்கமும் அணுக்களின் இரண்டு முக்கியமான பண்புகளுடன் ஒத்துப்போக வேண்டியிருந்தது. ஒன்று, அணுக்களின் நிலைத்த தன்மை (Stability), மற்றொன்று அணுக்கள் வெளிவிடும் நிறமாலைக் கோடுகள். ரூதர்போர்டு தமது ஆழ்ந்த ஆய்வின் இறுதியில் எலக்ட்ரான்கள் அணுவின் நடுவிலுள்ள அணுக்கருவைச் சுற்றி வட்டப் பாதையில் இயங்கவேண்டும் என்ற முடிவுக்குவந்தார். சூரிய குடும்பத்தில் சூரியனைச் சுற்றிவரும் கோள்களைப் போன்று ஓர் அணுவில் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவைச் சுற்றிவரவேண்டும் என்பது அவரது கணிப்பு. இந்த அமைப்பின் அடிப்படையில் நாம் செய்முறையில் காணும் சில அறிவியல் உண்மைகளுக்கு விளக்கம் கிடைத்தாலும் பழைய இயற்பியல் கொள்கைகள் சில வற்றோடு இசைவு காண்பது கடினமாக இருந்தது.

அணுக்கரு நேர்மின்னூட்டம் கொண்டது. எலக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்னூட்டம் கொண்டவை. ஆகையால் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவைச் சுற்றிவரும் போது அணுக்கருவுக்கும் எலக்ட்ரான்களுக்குமிடையே

ஓர் ஈர்ப்பு விசை செயல்படுகிறது. இதனால் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவை நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றன. ஆனால் எலக்ட்ரான்களின் சுற்றியக்கம் காரணமாக அவற்றின் மீது மையவிலக்கு விசை (Centrifugal force) செயல்படவேண்டும். இதனால் எலக்ட்ரான்கள் மையத்தைவிட்டு வெளியே இழுக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு எலக்ட்ரான்களின் மீது இரண்டு விசைகள் செயல்படுகின்றன. இவ்விரு விசைகளும் அளவில் சமமாக இருக்கும்பொழுது எலக்ட்ரான்கள் நிலையான பாதைகளில் அணுக்கருவைத் தொடர்ந்து சுற்றிவர முடியும். இவ்வாறு அணுவின் நிலைத்த தன்மை சரியாக விளக்கப்படுகிறது. ஆனால் இயற்பியல் பழங்கொள்கைப்படி (Classical concept) மின்னூட்டம் கொண்ட ஒரு துகள் வட்டப்பாதையில் சுழலும் போது அது தொடர்ந்து மின்காந்த அலைகளை வெளிவிடவேண்டும். இந்தக் கொள்கைப்படி பார்த்தால், அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான்கள் தொடர்ந்து ஆற்றலை இழக்க வேண்டும். அப்பொழுது அவற்றின் பாதை நிலையான வட்டப்பாதையாக அமையாமல், சுருள் பாதையாக (Spiral path) அமைந்து, பாதையின் ஆரம் தொடர்ந்து குறைந்து கொண்டே வந்து இறுதியில் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவில் மோதிவிடவேண்டும். மேலும் இத்தகைய இயக்கத்தின்போது எலக்ட்ரான்கள் தொடர்ந்து அதிகரிக்கும் அதிர்வெண்களைக் கொண்ட மின்காந்த அலைகளை வெளிவிட வேண்டும். உண்மையில் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவில் மோதுவதுமில்லை, எலக்ட்ரான்களிலிருந்து தொடர்ந்து அதிகரிக்கும் அதிர்வெண்கள் மின்காந்த அலைகள் வெளிவிடப்படுவது மில்லை. ஆகையால் ரூதர்போர்டு கருதிய எலக்ட்ரான் அமைப்பு முறை தவறாக இருக்க வேண்டும் அல்லது இதனைச் சார்ந்த இயற்பியல் பழங்கொள்கை தவறாக இருக்க வேண்டும். அணுப்படிமம் பற்றிய அடுத்த கட்ட ஆய்விலே இயற்பியல் பழங்கொள்கையில் தான் தவறு உள்ளது என்பது நிறுவப்பட்டது. இதனைச் செய்தவர் நீல்ஸ்போர் என்னும் அறிவியல் அறிஞர் ஆவார்.

நீல்ஸ்போர் அணுப்படிமம்

1913ஆம் ஆண்டு நீல்ஸ் போர் என்னும் அறிவியல் அறிஞர், ரூதர்போர்டின் அணுவடிவத்திற்குக் குவாண்டம் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்திச் சில அடிப்படைச் சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு கண்டார். குவாண்டம் தத்துவம் முதன் முதலில் மேக்ஸ் பிளாங்க் என்னும் அறிவியல் அறிஞரால் வெளியிடப்பட்டது. இத்தத்துவப்படி, ஒரு பொருள் மின்காந்த அலைகளை உட்கவர்ந்தாலோ அல்லது வெளியிட்டாலோ, அவ்வலைகளின் ஆற்றல் தொடர்ச்சியான எல்லா அளவுகளிலும் இருக்க முடியாது. மாறாக, அது $h\gamma$ என்னும் அளவின் எண் மடங்காகத்தான் இருக்க வேண்டும். இதில் h என்பது பிளாங்க்கின் மாறிலி; γ என்பது மின்காந்த அலையின் அதிர்வெண். நீல்ஸ்போர் தமது அணுப்படிம ஆய்வில் இந்தக் குவாண்டம் தத்துவத்திற்குப் பொருத்தமான இரண்டு முக்கியமான கருதுகோள்களைக் (Hypothesis) பயன்படுத்தினார். அவையாவன:

1) அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான்கள் எல்லா வட்டப் பாதைகளிலும் செல்ல முடியாது. அவை குவாண்டம் விதிகளுக்கு உட்பட்ட குறிப்பிட்ட சில பாதைகளில் மட்டுமே செல்ல முடியும். இவை எலக்ட்ரான்களின் நிலைத்த பாதைகள் (Stationary orbits) எனப்படும். இப்பாதைகளில் செல்லும் எலக்ட்ரான்களின் இயக்கம், இயக்கவியல் விதி, மின் நிலையியல் விதிகளுக்கு உட்பட்டிருந்தாலும் மின்காந்தத் தத்துவத்திற்கு உட்பட்டவையல்ல. ஆகையால் ஒரு நிலைத்த பாதையில் எலக்ட்ரான்கள் சுற்றும்பொழுது அவை மின்காந்த அலைகளை வெளிவிடுவதில்லை. அதனால் அவை அணுக்கருவை நோக்கி நகர்ந்து அதில் மோதிவிடும் நிலை ஏற்படுவதில்லை. இவ்வாறு அணுக்களின் இயற்கையான நிலைத்த தன்மை (Stability) விளக்கப்படுகிறது.

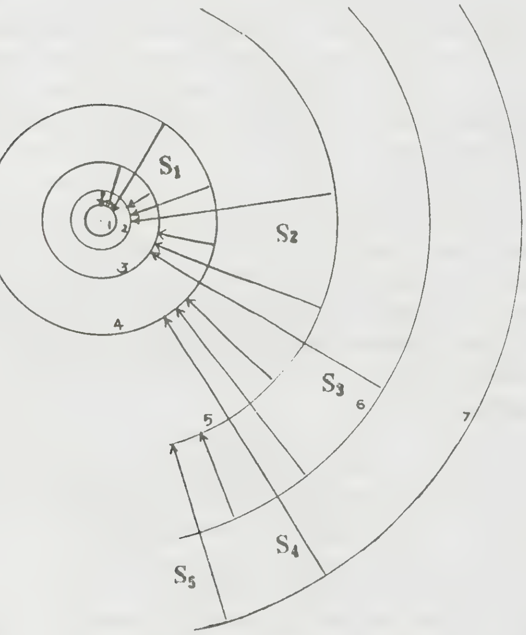
2) நீல்ஸ்போரின் இரண்டாவது கருதுகோள் நிறமாலைக் கோடுகள் பற்றியதாகும். இதன்படி எலக்ட்ரான் ஒரு நிலைத்த பாதையிலிருந்து மற்றொரு நிலைத்த பாதைக்குத் தாவினால் மட்டுமே மின்காந்த அலைக் கதிர்வீச்சு நிகழும். ஓர் உயர்ந்த ஆற்றல் நிலைப் பாதையிலிருந்து அடுத்த தாழ்ந்த ஆற்றல் நிலைப் பாதைக்கு எலக்ட்ரான் தாவும்போது அது வெளிவிடும் கதிர்வீச்சின் ஆற்றல் இந்த இரண்டு பாதைகளின் ஆற்றல் வேறுபாட்டுக்குச் சமமாக இருக்கும். இந்த ஆற்றலின் அளவு $h\gamma$ என்னும் அளவு அல்லது குவாண்டத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

அய்ட்ரஜன் அணுவின் மையத்தில் உள்ள அணுக்கருவில் ஒரு நேர்மின்னூட்டம் உள்ளது. இதனைச் சுற்றி ஒரே ஒரு எலக்ட்ரான் வலம் வருகிறது. நீல்ஸ்போர் மேற்கூறிய முற்கோள்களின் அடிப்படையில் அய்ட்ரஜன் அணுவின் அணுவடிவத் தத்துவத்தை உருவாக்கி வெளியிட்டார். அத் தத்துவத்தின் சிறப்பான முடிவுகளாவன:

அய்ட்ரஜன் அணுவில் எலக்ட்ரான் இயங்கக்கூடிய வட்டப் பாதைகள் குவாண்டம் விதிகளுக்குக் கட்டுப்பட்டவை. எந்தெந்தப் பாதைகளுக்கு எலக்ட்ரானின் கோண உந்தம் (Angular momentum) $\frac{h}{2\pi}$ இன் எண் மடங்காக உள்ளதோ அந்தப் பாதைகளில் மட்டுமே எலக்ட்ரான் இயங்க முடியும். அதாவது, பொதுவாக எலக்ட்ரான் பாதைகளின் கோண உந்தம் $n\frac{h}{2\pi}$ ஆகும். இதில் n என்பது குவாண்டம் எண். இதன் மதிப்பு $n = 1, 2, 3 \ldots\ldots\ldots \infty$ என்ற எண்வரிசையாகும். இதில் $n = 1$ என்பது முதல் பாதை; $n = 2$ என்பது இரண்டாவது பாதை; $n = 3$ என்பது மூன்றாவது பாதை எனக் குவாண்டம் பாதைகள் வரையறுக்கப்படு

கின்றன. இந்தக் குவாண்டம் பாதைகளின் ஆரங்கள் அவற்றின் குவாண்டம் எண்களின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

ஆற்றல் அளவைப் பொறுத்தவரை ஆற்றல் உட்பாதைகளின் ஆற்றலைவிட அதிகமாக இருக்கும். அணுக்கருவிற்கு அருகில் அமைந்திருக்ககூடிய முதல் பாதையின் ஆற்றல் சிறுமமாக இருக்குமாதலால் இந்தப் பாதையின நிலைப்புத் தன்மை பெருமம் ஆகும். உட்பாதையிலிருந்து ஓர் எலக்ட்ரான் வெளிப் பாதைக்குச் செல்லுமானால் அதன் ஆற்றல் அதிகரிக்கும்; அப்பொழுது அதன் நிலைப்புத் தன்மை குறையும். ஆகவே அது வெளிப்பாதையிலிருந்து உட்பாதைக்கே திரும்பி விடும். அப்பொழுது மின்காந்த அலை வெளியேற்றப் படும். இந்த அலையின் ஆற்றல் எலக்ட்ரான் தாவலுக்கு உட்படும் இரண்டு பாதைகளின் ஆற்றல் வேறுபாட்டுக்குச்சமமாக இருக்கும். இதுவே நிறமாலைக் கோடாக அமைகிறது. ஒவ்வொரு நிறமாலைக் கோடும் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் கொண்டிருக்கும். இத்தகைய அதிர்வெண் வெளியீட்டுத் தத்துவத்திற்கு, நீல்ஸ்போரின் அதிர்வெண் விதிமுறை (Frequency condition) என்று பெயா.



படம். 3.

நீல்ஸ்போர் அணுப்படிமமும் ஹைட்ரஜன் நிறமாலைத் தொடர்களும்

அணுவின் முதல் பாதைக்கு இரண்டாவது மூன்றாவது, நான்காவது முதலிய பாதைகளிலிருந்து எலக்ட்ரான் இறங்குவதால் லைமன் தொடர் உண்டாகிறது.

அதாவது, $n = 1,\ n_2 = 2,3,4,5,6$ ...லைமன் தொடரையும்

இதேபோல, $n_1 = 2.\ n_2 = 3,4,5,6$ ...பால்மர் தொடரையும்

$n_1 = 3.\ n_2 = 4,5,6,7$ ...பாஸ்ச்சன் தொடரையும்

$n_1 = 4.\ n_2 = 5,6,7$ ...பிராக்கெட் தொடரையும்

$n_1 = 5.\ n_2 = 6,7,8$ ...பிஃவன்ட் தொடரையும்

உண்டாக்குகின்றன.

அய்ட்ரஜன் அணு லைமன், பால்மர், பாஸ்ச்சன், பிராக்கெட், பிஃவன்ட் எனப்படும் ஐந்து நிறமாலைக் கோட்டுத் தொடர்களை வெளிவிடுகிறது என்பது செய்முறையில் அறிந்துள்ள உண்மையாகும். நீல்ஸ்போரின் அணுப்படிமத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் இந்தத் தொடர்கள் யாவும் முழுமையாக விளக்கப்படுகின்றன (படம் 3. காண்க). இவ்வாறு நீல்ஸ்போரின் அணுப் படிமக் கொள்கை அணுக்களின் நிலைத்தன்மை, நிற மாலைக் கோடுகளின் தோற்றம் ஆகியவற்றிற்குச் சிறப்பான விளக்கம் தருகிறது. மேலும் அறிவியல் துறையில் ஒளிமின் விளைவு (Photo - electric effect) போன்ற பல முக்கியமான நிகழ்ச்சிகளையும் விளக்கத் துணை செய்கிறது.

சோமர்ஃபெல்டு அணுப்படிமம்

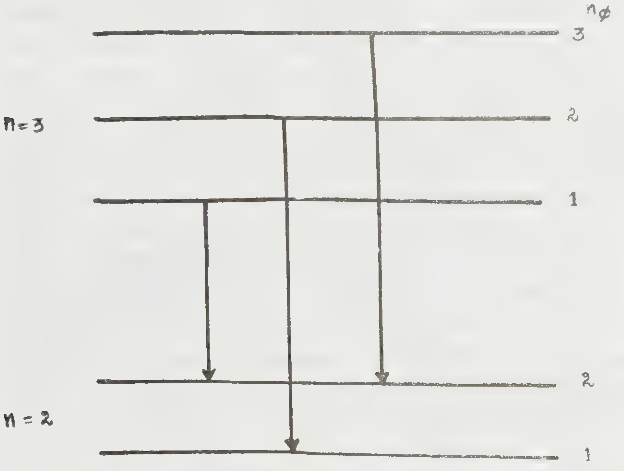
நீல்ஸ் போரின் அணுப்படிமம் இந்தத் துறையில் ஒரு சரியான தொடக்கமாகும். இந்த அணுப்படிமக் கொள்கையில் காலப்போக்கில் பல மாற்றங்களும் முன்னேற்றங்களும் புகுத்தப்பட்டன. அய்ட்ரஜன் நிறமாலைத் தொடர்களில் பார்மர் தொடர் மட்டும் காண்புறு (Visible) நிறமாலைப் பகுதியில் உள்ளது. மற்றவை கண்ணுக்குப் புலனாகாப் பகுதியில் உள்ளன. பால்மர் தொடரில் உள்ள நிறமாலைக் கோடுகளை ஆராய்ந்தால் ஒவ்வொரு கோடும் தனிக்கோடு அன்று என்பதும், ஒவ்வொன்றும் பல மெல்லிய கோடுகளின் தொகுப்பு என்பதும் தெரியவரும். உயர்ந்த பிரிப்பாற்றல் (Resolving power) கொண்ட ஒளியியல் கருவிகள் வாயிலாகப் பார்க்கும்பொழுது இதனை அறியலாம். இந்த மெல்லிய கோடுகள் நிறமாலையியலில் நுண்வரிகள் (Fine structure) எனப்படுகின்றன. இந்த நுண்வரி அமைப்பு எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதை நீல்ஸ்போரின் அணுப்படிமக்கொள்கை விளக்குவதில்லை. ஆகையால் இக்கொள்கையில் சோமர்ஃபெல்டு (Arnold Sommerfeld) சில மாற்றங்களைப் புகுத்தினார். அவரது கொள்கையின் முக்கிய அம்சங்களாவன:

1. அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான் பாதைகள் வட்டப் பாதைகள் அல்ல; மாறாக அவை நீள் வட்டப் பாதைகள் ஆகும். இந்த நீள்வட்டப் பாதையின் ஒரு குவிமையத்தில் (Focus) அணுக்கரு அமைந்துள்ளது.

இந்தப் பாதை நிலையான ஒரே இடத்தில் இருப்ப தில்லை. இதன் பெரும அச்சு (Major axis) நீள் வட்டப் பாதையின் தளத்தில் அணுக்கருவைச் சுற்றி நகரக் கூடியது.

2) சார்புக் கொள்கைப்படி எலக்ட்ரானின் எடை யானது அதன் இயக்க வேகம் காரணமாக மாறக் கூடியது. இந்த வேகத்தைப் பொறுத்து எலக்ட்ரானின் நிறை கூடுகிறது.

3) சோமர்ஃபெல்டு கொள்கைப்படி நீல்ஸ் போரின் குவாண்டம் எண் (n) என்பது இரண்டு குவாண்டம் எண் களைக் கொண்டது. ஒன்று ஆரப்போக்குக் (Radial) குவாண்டம் எண் (n_r), மற்றொன்று கோணப் போக்குக் (Azimuthal) குவாண்டம் எண் (n_ϕ). மேலும் $n = n_r + n_\phi$ ஒரு குறிப்பிட்ட n மதிப்பிற்கு, n_ϕ பல மதிப்புக்களை ஏற்கும். எடுத்துக்காட்டாக n = 3 என்றால் n_ϕ = 1, 2, 3 ஆகும். n = 2 என்றால் n_ϕ = 1, 2 ஆகும். ஆகையால் n = 3 என்றும் பாதை உண்மை யில் சிறிதளவு இடைவெளிகொண்ட மூன்று பாதை களின் தொகுப்பு ஆகும். n = 2 என்னும் பாதை உண்மையில் இரண்டு பாதைகள் கொண்டது.



படம் 4. சோமர்ஃபெல்ட் அணுபடிமக் கொள்கைப்படி நிறமாலைக் கோட்டின் நுண் வரிகள்

நீல்ஸ் போரின் கொள்கைப்படி, பால்மர் தொடரின் முதல் நிறமாலைக் கோடு ($H\alpha$ கோடு) எலக்ட்ரான் n = 3 என்ற பாதையிலிருந்து n = 2 என்ற பாதைக்கு வீழ்வதால் தோன்றுவதாகும். சோமர்ஃபெல்டு கொள்கைப்படி பார்த்தால் n = 3, n = 2 ஆகிய பாதைகளுக்கிடையே எலக்ட்ரான் வீழ்வதால் 3 × 2 = 6 நுண்வரிகள் தோன்றவேண்டும். ஆனால் இதற்கு சோமர்ஃபெல்டு தேர்வு விதி (Selection rule) ஒன்றைக் கையாண்டார். அதன்படி $\Delta n_\phi = \pm$ என்ற n_ϕ மாறுபாட்டிற்கு மட்டுமே நிறமாலைக் கோடு தோன்றவேண்டும். அப்படிப் பார்த்தால் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி மூன்றுகோடுகள் கிடைக்கின்றன. இவ்வாறு $H\alpha$ கோடு மூன்று நுண்வரிகளைக் கொண்டது என்றாகிறது. ஆனால் உண்மையில் $H\alpha$ கோடு ஐந்து நுண்வரிகளைக் கொண்டது என்பது செயல்முறைகளில் தெரியவருகிறது. இவ்வாறு சோமர்ஃபெல்டு அணுப் படிமக் கொள்கையானது ஒரு நிறமாலைக்கோடு நுண் வரிகளாக எவ்வாறு பிரியக்கூடும் என்பதைப் பொது வாகச் சுட்டிக் காட்டுகிறதே தவிர அந்த அமைப்பைத் துல்லியமாக விளக்குவதில்லை.

வெக்டார் அணுப்படிமம்

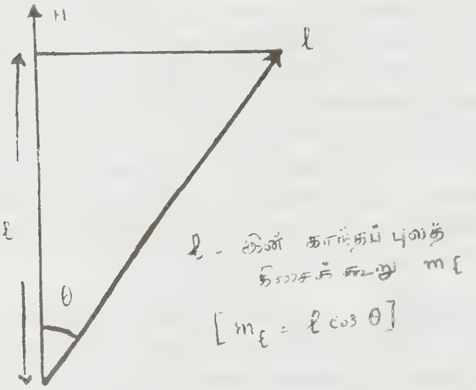
இது வரையில் பார்த்த அணுப்படிமங்கள் நிறமாலைக் கோட்டின் நுண்வரி அமைப்புகளைச் சரியாக விளக்கு வதில்லை. மேலும் அணுக்களின் உள்ளே வெவ்வேறு பாதைகளில் எலக்ட்ரான்கள் எவ்வாறு பகிர்ந்தளிக்கப் பட்டுள்ளன என்ற செய்தியையும் தருவதில்லை. மேலும், சீமன் விளைவு (Zeeman effect), ஸ்டார்க் விளைவு (Stark effect) போன்ற சில அறிவியல் நிகழ்ச்சி கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பொழுது இந்த அணுப்படிமக் கொள்கைகள் அவற்றை விளக்க இயலாத நிலையில் இருந்தன. ஆகையால் அணுப்படிமக் கொள்கையில், மேலும் முன்னேற்றங்கள் தேவைப்பட்டன. இந்த முயற்சியில் தோன்றிய அடுத்த அணுப்படிமம் வெக்டார் அணுப்படிமம் ஆகும்.

வெக்டார் அணுப்படிமம் இரண்டு சிறப்பான அம்சங் களைக் கொண்டது. 1) முந்தைய அணுப்படிமங்கள் எலக்ட்ரான்களின் கோண உந்தத்தின் அளவை (Magnitude) மட்டும் குவாண்டம் ஆக்கின. ஆனால், வெக் டார் அணுப்படிமம் அதன் திசையையும் குவாண்டம் ஆக்கியது. அதாவது, கோண உந்தம் ஒரு வெக்டார் ஆகையால் அது எத்துணை திசைகளில் அமைய முடி யும் என்பதை இந்த அணுப்படிமம் நிலை செய்தது. 2) ஓர் அணுவினுள் இயங்கும் எலக்ட்ரான் அணுக் கருவைச் சுற்றிவரும் சுற்றியக்கத்தோடு (Orbital motion) தன்னைத்தானே சுற்றிக் கொள்ளும் சுழற்சி இயக்கமும் (Spin motion) கொண்டுள்ளது. இந்த இயக்கங்கள் சூரியனைச் சுற்றிவரும் பூமியானது தன்னைத்தானே சுற்றிக்கொண்டு சூரியனையும் சுற்றி வருவதைப் போன்றவையாகும்.

இந்த இரண்டு சிறப்புகளையும் அடிப்படையாகக் கொண்ட வெக்டார் அணு அமைப்பில் கூடுதலாகச் சில குவாண்டம் எண்கள் கையாளப்படுகின்றன. முந் திய அணுப்படிமங்களில் நாம் குறிப்பிட்ட n என்னும் குவாண்டம் எண் மொத்தக் குவாண்டம் எண் (Total Quantum Number) எனப்படும். n=1, 2, 3...... என் பவை முறையே எலக்ட்ரான்களின் முதல் பாதை, இரண் டாம் பாதை, மூன்றாம் பாதை முதலியவைகளைக் குறிக்கும். வெக்டார் அணுப்படிமக் கொள்கைப்படி ஒவ்வொரு சுற்றுப்பாதைக்கும் p என்ற இன்னொரு குவாண்டம் எண்ணும் தரப்படுகிறது. இது எலக்ட் ரான் சுற்றியக்கக் குவாண்டம் எண் (Orbital quantum

Number) எனப்படும். இது எலக்ட்ரான் சுற்றியக்கக் கோண உந்தத்தோடு தொடர்புடையது. ஒரு பாதையின் சுற்றியக்கக் குவாண்டம் எண் l என்றால் அதன் சுற்றியக்கக் கோண உந்தம் $l\frac{h}{2\pi}$ ஆகும். இந்த l இன் அளவுகள் n – இன் அளவுகளைப் பொறுத்தவை. ஒரு சுற்றுப் பாதைக்கு n = l என்றால், அதற்கு l = o ஆகும். அதாவது n = l என்ற பாதை 1 = 0 என்ற ஒரே ஓர் ஒற்றைப் பாதையைக் கொண்டது. n = 2 என்ற பாதைக்கு l = 0, 1 என்ற இரண்டு l மதிப்புகள் உண்டு. ஆகையால் n = 2 என்ற பாதை இரண்டு நெருங்கிய துணைப் பாதைகளைக் கொண்டது. n = 3 என்ற பாதைக்கு l = 0, 1, 2 என்ற மூன்று l மதிப்புகள் உண்டு. ஆகையால் n = 3 என்ற பாதை மூன்று துணைப்பாதைகளைக் கொண்டது. பொதுவாக, n என்ற சுற்றியக்கப் பாதைக்கு 1 = 0, 1, 2,......(n-1) வரை ஆகும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு சுற்றியக்கப் பாதைக்கும் எத் துணைப் பாதைகள் உள்ளன என்பதை எளிதாகக் கணக்கிடலாம். l = 0 என்பது s பாதை எனவும், 1 = 2 என்பது p பாதை எனவும், l = 2 என்பது d பாதை எனவும் பெயரிட்டு அழைக்கப்படுகின்றன. அதாவது l = 0, 1, 2, 3, 4......... பாதைகள் முறையே s, p, d, f, g..... பாதைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

l-ஆனது குவாண்டம் கொள்கைக்கு உட்பட்டுப் பல திசைகளில் அமையும். ஆனால் வெட்டவெளியில் (Space) இதனைச் சரியாக அறிதல் இயலாது. ஆகையால் ஒரு சிறிய காந்தப் புலத்தில் இதனை வைத்துக் காந்தப் புலத் திசையில் இதன் கூறு என்ன என்பதை அறிகிறோம். இந்தக் கூறு படத்தில் காட்டியபடி m_l ஆகும். இதற்குக் காந்தப்புலச் சுற்றி

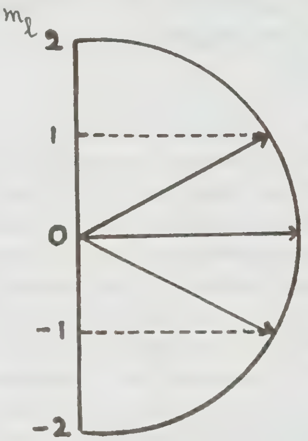


படம் 5

யக்கக் குவாண்டம் எண் (Magnetic orbital quantum number) என்று பெயர். m_l பல எண் மதிப்புகளைக் கொள்ளக்கூடியது. இந்த மதிப்புகளின் எண்ணிக்கை l-இன் மதிப்பைப் பொறுத்தது. பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட l-க்கு ஆன m_l-இன் மதிப்புகள் (2l + 1) ஆகும். அதாவது m_l ஆனது + l லிருந்து -l-வரையான, சுழி உட்பட்ட எல்லா எண் மதிப்புகளையும் கொள்ளும். எடுத்துக்காட்டாக,

l = 2 என்றால், m_l = 2, 1, 0, –1, –2

என்று ஐந்து மதிப்புக்களை ஏற்கும். அதாவது l—க்கு ஐந்து குவாண்டம் திசைகள் உண்டு (படம் 6 காண்க) இவ்வாறு m_l என்ற குவாண்டம் எண் l—க்கு எத்தனை திசைகள் உண்டு என்பதை நிர்ணயிக்கும்.



படம் 6 l = 2 என்னும் வெக்டரான் 5 குவாண்டம் திசைகளை ஏற்கும்.

இதுபோலவே எலக்ட்ரானின் தற்சுழற்சி இயக்கத்திற்கும் ஒரு குவாண்டம் எண் உண்டு. அதற்குத் தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண் என்று பெயர். அது s எனக் குறிக்கப்படுகிறது. ஆனால் இதன் மதிப்பு நிலையானது. அதாவது s = ½. முன் கூறியது போலவே இதன் திசைகளும் குவாண்டம் ஆக்கப்படக் கூடியவை. இதற்கும் ms என்ற காந்தப் புலத் தற்சுழற்சிக் குவாண்டம் எண் (Magnetic spin quantum number) உண்டு. இந்த Ms ஆனது +s -இலிருந்து –s வரையான எல்லா மதிப்புகளையும் கொள்ளும். ஆனால் இரண்டு அடுத்தடுத்த மதிப்புக்களுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடு ஒன்று ஆக இருக்கவேண்டும். ஆகையால், ms = +½ ம் –½ மட்டுமே ஆகும். அதாவது s—க்கு இரண்டே திசைகள் மட்டும் உண்டு.

இந்த அணுப்படிமக் கொள்கையில் மேலும் சில குவாண்டம் எண்களும் விளக்கங்களும் உள்ளன. ஆயினும், அணுக்களில் எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு பாதைகளில் எவ்வாறு பகிர்ந்தளிக்கப்படுகின்றன என்பதை விளக்குவதற்கு நாம் மேலே கூறிய குவாண்டம் எண்களே போதுமானவை.

ஓர் எலக்ட்ரானை n, l, m_l, m_s என்ற நான்கு குவாண்டம் எண்களைக் கொண்டு அடையாளம் காணலாம். எந்த இரண்டு எலக்ட்ரான்களுக்கும் இந்த நான்கு குவாண்டம் எண்களும் ஒரே மாதிரியாக இருக்க முடியாது. இதற்கு பௌலியின் ஒதுக்குக் கொள்கை (Paulis exclusion principle) என்று பெயர். இந்தக் கொள்கையின் அடிப்படையில் நாம் அணுவினுள் எலக்ட்ரான் பாதைகளில் எலக்ட்ரான்களைப் பகிர்வு செய்யமுடியும்

அணுவின் முதல் பாதையை எடுத்துக் கொள்வோம். அதற்கு n=1 ஆகும். ஆகையினால் அப்பாதையின் $l=0$ ஆகும். இவ்வாறு n=1 என்ற முதல் பாதை ஒற்றைப் பாதை. மேலும் $\ell=0$ என்றால் $m_\ell=0$. தவிர m_s என்பது எப்பொருளும் $+\frac{1}{2}$ ம் $-\frac{1}{2}$ ம் ஆகிய இரண்டு மதிப்புகளை மட்டுமே கொள்ளும். ஆகையால்,

$$n=1, \ell=0, m_\ell=0, m_s = +\tfrac{1}{2}$$
$$n=1, \ell=0, m_\ell=0 \quad m_s = -\tfrac{1}{2}$$

என்ற இரண்டு குவாண்டம் எண் தொகுப்புகளையும் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் ஏற்று n=1 என்ற முதல் பாதையில் இருக்கலாம். இந்தப் பாதையில் இரண்டு எலக்ட்ரான்களுக்கு மட்டுமே இடம் உண்டு.

இரண்டாவது அணுப்பாதைக்கு n=2 ஆகையால்' $\ell=0,1$ இதில் n=2, $\ell=0$ என்பது ஒரு கிளைப்பாதை. n=2, $\ell=1$ என்பது இன்னொரு துணைப்பாதை. அதாவது n=2 என்ற பாதை s,p என்ற இரண்டு கிளைப் பாதைகளைக் கொண்டது. இதில் $\ell=0$ என்ற s பாதையில் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் மட்டுமே இருக்க லாம் என்பதை மேலே கண்டோம். இப்பொழுது $\ell=1$ என்ற p பாதையைப் பார்ப்போம். இதற்கு

$$n=2, \ell=1, m_\ell=1, 0, -1, m_s = +\tfrac{1}{2}; -\tfrac{1}{2}$$

என்பவை குவாண்டம் எண்கள். இவற்றில் $m\ell$, ms என்ற குவாண்டம் எண்களுக்கு $n = 2, \ell = 1$ என்பன பொதுவானவை. ஆகையால் m_ℓ – இன் மூன்று மதிப்புகளுக்கும் ms — இன் இரண்டு மதிப்புகளுக்கும் மொத்தமாக $3\times2=6$ எலக்ட் ரான்கள் p பாதையில் இருக்கலாம். இந்த 6 எலக்ட் ரான்களுக்குமான குவாண்டம் எண்களைக் கீழ்க்கண்ட வாறு எழுதலாம்.

$n = 2 \quad \ell = 1 \quad m_\ell = 1 \quad m_s = +\frac{1}{2}$
$n = 2 \quad \ell = 1 \quad m_\ell = 0 \quad m_s = +\frac{1}{2}$
$n = 2 \quad \ell = 1 \quad m_\ell = 1 \quad m_s = +\frac{1}{2}$
$n = 2 \quad \ell = 1 \quad m_\ell = 1 \quad m_s = -\frac{1}{2}$
$n = 2 \quad \ell = 1 \quad m_\ell = 0 \quad m_s = -\frac{1}{2}$
$n = 2 \quad \ell = 1 \quad m_\ell = 1 \quad m_s = -\frac{1}{2}$

இவ்வாறு 6 குவாண்டம் எண் தொகுப்புகளையும் 6 எலக்ட்ரான்கள் கொண்டு $\ell=1$ என்ற p துணைப் பாதையில் இருக்கலாம். ஆகையால் n=2 என்ற பாதையில் s துணையில் 2, p துணையில் 6 என்ற கணக் கில் மொத்தம் $2+6=8$ எலக்ட்ரான்கள் இருக்கலாம்.

இந்தக் கணிப்பை வைத்துப் பார்க்கும் போது பொது வாக, ஒரு குறிப்பிட்ட 1 மதிப்புள்ள ஒரு பாதையில் மொத்தம் $2(2\ell+1)$ எலக்ட்ரான்கள் இருக்கலாம் என அறியலாம். அதாவது, $\ell=0$ இல் 2 எலக்ட் ரான்கள், $\ell=1$ இல் 6 எலக்ட்ரான்கள், $\ell=2$ இல் 10 எலக்ட்ரான்கள் என்று எளிதாகக் கணக்கிடலாம். கீழே காணும் அட்டவணையில் முதல் சில பாதைகளில் இருக்கக் கூடிய எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை தரப் பட்டுள்ளது.

இவ்வாறு எலக்ட்ரான் பாதைகளின் அமைப்பையும் ஒவ்வொரு பாதையிலும் எத்துணை எலகட்ரான்கள் இருக்கலாம் என்பதையும் வெக்டார் அணு அமைப்பு தெளிவாக விளக்குகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட எலக்ட்ரான் பாதை அதன் n மதிப் பிற்கேற்பச் சில ℓ மதிப்புகளைப் பெற்றுக் துணைப் பாதைகளாகப் பிரிகின்றது.

(n = 1 என்ற பாதை நீங்கலாக) இந்த துணைப்பாதை ஒவ்வொன்றும் எலக்ட்ரான் தற்சுழற்சியோடு உள் வினைபுரிந்து மேலும் சிறு கிளைகளாகப் பிரிவுபடு கிறது. இவ்வாறு பிரிவுபடும் பாதைகளையும் நிற மாலைக் கோடுகளும் நுண்வரிகளும் உண்டாவதற்கான பொறுக்கு விதிகளையும் (Selection rules) கருத்தில் கொண்டு நிறமாலைக் கோடுகளின் நுண்வரி அமைப் பையும் விளக்க முடியும். இது தவிர, நிறமாலைக் கோடுகளின் மீது தோன்றும் காந்தப்புல, மின்புல

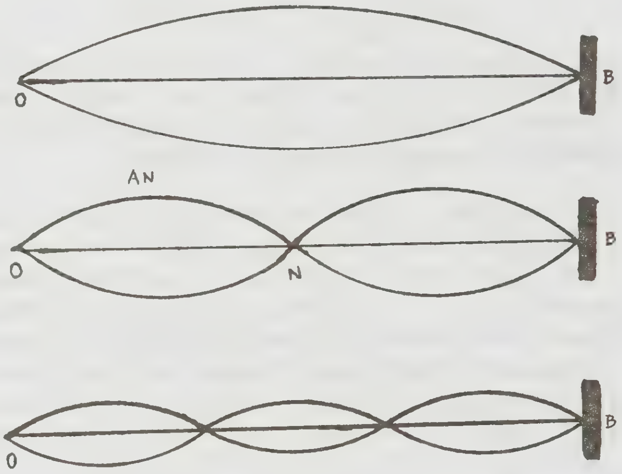
n	ℓ	கிளைப்பாதை	எலக்ட்ரான் எண்ணிக்கை ($2n^2$)
1	0	s	2
2	0, 1	s, p	2 + 6 = 8
3	0, 1, 2	s, p, d	2 + 6 + 10 = 18
4	0, 1, 2, 3	s, p, d, f	2 + 6 + 10 + 14 = 32

விளைவுகளாகிய சீமன் விளைவு, ஸ்டார்க் விளைவு போன்றவைகளையும் வெக்டார் அணுப்படிமத்தின் உதவியால் விளக்க முடியும். அணுநிறமாலைக் கோட்பாட்டியலுக்கு (Atomic Spectroscopy) இன்றைக்கும் அடிப்படையாக இருந்து சிறப்பாக உதவுவது இந்த வெக்டார் அணுப்படிமமே ஆகும்.

அலையியல் அணுப்படிமம்

வெக்டார் அணுப்படிமம் நிறமாலைக் கோட்பாட்டியல் தொடர்பான பல உண்மைகளை மிகத் தெளிவாக விளக்கியபோதும் அதற்கு ஓர் உறுதியான கோட்பாட்டு (Theoretical) அடிப்படை இல்லை. அது பல கருதுகோள்களை அப்படியே எடுத்துக் கையாள்கிறது. குவாண்டம் எண்கள் எந்தவிதமான அடிப்படை விளக்கமும் இன்றித் திடீரென்று புகுத்தப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சிக் கோண உந்தக்குவாண்டம் எண் ½ என்பது எப்படி என்ற விளக்கம் இல்லை. அணுக்களிலிருந்து மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுகள் வெளியாவதற்கான அடிப்படைத் தத்துவமும் விளக்கப்படுவதில்லை. பொதுவாக, செய்முறைகளில் காணும் உண்மைகளை விளக்கும் வகையில் ஆங்காங்கே தேவையான கருதுகோள்களையும் பிற கருத்துகளையும் அப்படி அப்படியே பயன்படுத்திக் கொண்டு போவதுதான் வெக்டார் அணு அமைப்பின் தன்மையாகும். இதிலுள்ள குறைகளை நீக்கி எல்லா அணுவியல் உண்மைகளுக்கும் கோட்பாட்டியல் அடிப்படையில் விளக்கம் அளிக்க முயல்வது அலையியல் அணுப்படிமமாகும்.

ஓர் அணுத்துகள் துகளாக இருப்பினும் அது அலையாகவும் இயங்கக்கூடிய பண்பு உடையது என்ற உண்மையை லூயி தே பிராய் (Louis de Broglie) என்னும் அறிஞர் உலகுக்கு உணர்த்தினார். ஒரு துகள் அதன் இயக்கம் காரணமாக P அளவு உந்தம் (Momentum) கொண்டிருக்குமானால், அதனை ஓர் அலை இயக்கமாகக் கருதும்போது அதன் அலைநீளம், $\lambda = \frac{h}{P}$ ஆகும். இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி. ஒரு பரந்த நீர்ப்பரப்பின் மீது ஒரு கல்லைப் போட்டால் அதுவிழும் இடத்தைச் சுற்றி வட்டமான அலைகள் தோன்றி விரிவடைந்து வெளிநோக்கிச் செல்வதைக் காணலாம். இந்த அலைகள் முடிவில்லாமல் விரிந்து கொண்டே சென்று இறுதியில் வலுவிழந்து மறைந்து விடும். இதுபோன்றே ஒரு பொருளில் இருந்து வெற்றிடத்தில் எலக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுமானால் அந்த எலக்ட்ரான் அலைகளும் முடிவின்றி வெட்டவெளியில் தொடர்ந்து விரிந்து பரவும். மாறாக ஓர் அணுவினுள் உள்ள எலக்ட்ரானின் இயக்கத்தை எடுத்துக்கொண்டால் அதன் அலை இயக்கம் இவ்வாறு எல்லையில்லாமல் பரவ இயலாது. இந்த எலக்ட்ரான், அணுக்கருவின் மின்புலத்தால் ஈர்க்கப்படுவதால் இதன் அலை இயக்கம் அணு எல்லையோடு முடிந்துவிடும். அணு எல்லையைத் தொடும் எலக்ட்ரான் அலையானது பிரதிபலிக்கப்பட்டு அணுக்கருவை நோக்கித் திரும்பிவிடும். இது ஒரு சிறு பாத்திரத்தில் உள்ள நீர்ப்பரப்பில் தோன்றும் சிற்றலைகள் பாத்திரச் சுவரில் பட்டுப் பிரதிபலிப்பதைப் போன்றது; அல்லது, ஒரு கம்பியில் செல்லும் அலையானது நிலையான ஒரு தடுப்பில் பட்டுப் பிரதிபலித்து வருவதைப் போன்றது. இந்த இயக்கம் காரணமாக நிலைத்த அலையமைப்பு (Stationary waves)உண்டாகிறது.



நிலைத்த அலையியக்கம்

படம் 7

இந்த அலையமைப்பில் எதிர்கணுக்களும் (Anti nodes) கணுக்களும்(Nodes) தோன்றுகின்றன.(படம் 7 காண்க) கணுக்களில் அலைவீச்சுச் சுழி, எதிர்கணுக்களில் அது பெருமமாக இருக்கும். படம் a -யில் OB என்ற கம்பி அடிப்படை அதிர்வெண்ணில் (Fundamental frequency) அதிர்கிறது. படம் b-யில் காணும் அலை இயக்கத்தின் அதிர்வெண் அடிப்படை அதிர்வெண்ணைப் போல இரண்டு மடங்கு ஆகும். படம் c-யில் காணும் அலை இயக்கத்தின் அதிர்வெண் அடிப்படை அதிர்வெண்ணைப்போல மூன்று மடங்கு ஆகும். அதிர்வெண் அதிகமானால் அலை ஆற்றல் அதிகமாகும். ஆகையால் ஆற்றல் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ஒரு குறிபிட்ட இடைவெளியில் அமையும் நிலைத்த அலையியக்க அமைப்பும் (Mode) மாறுபடும். இவற்றின் அதிர்வெண்கள் அடிப்படை அதிர்வெண்ணின் முழுஎண் மடங்காக இருக்கும். அதாவது, படம் a-யில் உள்ள அலை இயக்கத்தின் அதிர்வெண் ஓர் அலகு (Unit) எனில், b-யில் அதிர்வெண் இரண்டு அலகுகளாகவும், c-யில் அதிர்வெண் அலை ஆற்றலுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதால் இந்த OB என்ற இடைவெளியில் அலை ஆற்றல் 1;2;3 என்ற முழு எண் விகிதத்தில் இருக்கும். இந்த இடைவெளி அணுக்கருவுக்கும் அணு எல்லைக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி என்றால், இந்த இடைவெளியில் அமையும் நிலைத்த அலை அமைப்பின் தன்மையைப் பொறுத்து எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் அமையும். முதல் வகை,

அமைப்பு; இரண்டாம் வகை அமைப்பு, மூன்றாம் வகை அமைப்பு என்று அலை அமைப்பானது படத்தில் காட்டியுள்ளது போல மாறிக்கொண்டே போனால் அதன் ஆற்றலும் *1;2;3* என்று மாறும். இவ்வாறு அலையில் அணு அமைப்பியல் எலக்ட்ரான் ஆற்றல் குவாண்டம் ஆக்கப்படுகிறது. இதில் நீல்ஸ்போர் அணுப் படிமத்தில் கூறியது போன்ற திட்டவட்டமான வட்டப் பாதைகள் இல்லை. மாறாக, எலக்ட்ரானின் நிலைத்த அலை அமைப்புத் தன்மையை வைத்தே ஆற்றல் நிலை கணிக்கப்படுகிறது.

லூயி தே பிராய் பொருள் அலைக் கொள்கையின் அடிப்படையில் சோடின்சர் என்றும் அறிஞர் அலைச் சமன்பாடு (Wave equation) ஒன்றை இயற்றினார். இந்த அலைச் சமன்பாட்டை ஒரு குறிப்பிட்ட அணு அமைப்பிற்குப் பொருத்தி அதற்குத் தீர்வு காண இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, இந்தச் சமன்பாட்டை அய்ட்ரஜன் அணுவில் இயங்கும் எலக்ட்ரான்களுக்குப் பொருத்தி எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் நிலைகளையும் அலைக்கோவைகளையும் (Wave functions) பெறலாம். இந்தக் கணித வழிமுறையில் குவாண்டம் எண்கள் இயற்கையாக இடம் பெறுகின்றன.

பழைய அணுப் படிமங்களின் கொள்கைப்படி ஓர் அணுவில் எலக்ட்ரான்களின் பாதைகள் திட்டவட்டமானவை. ஆனால் அலையியல் அணுப்படிமக் கொள்கைப்படி, எலக்ட்ரான் துகள் ஓர் இடத்தில் இருப்பதற்கான வாய்ப்புக்கூறு (Probability) அலைக்கோவையைக் கொண்டு கணிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் அய்ட்ரஜன் அணுவில் இருக்கும் எலக்ட்ரான் x அச்சுக்கு இணையாக நகர்வதாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது இந்த இயக்கத்தை ஆய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் சோடின்சர் அலைச் சமன்பாட்டிலிருந்து நாம் பெறக் கூடிய அலைக்கோவையை Ψ (X) என்று குறிப்போம். அப்பொழுது, x-- அச்சின் தொடக்கத்திலிருந்து (Origin) x அளவு தொலைவில் ஒரு புள்ளியில் எலக்ட்ரான் இருப்பதற்கான வாய்ப்புக் கூறு Ψ^2 (X) ஆகும். இந்த வாய்ப்புக் கூறின் மதிப்பு எந்தப் புள்ளியிலும் சுழி ஆவதில்லை. இதன் மதிப்பு முடிவிலியில் (Infinity) தான் சுழி ஆகும். இவ்வாறு அணுக்கருவிலிருந்து வெவ்வேறு தொலைக்குரிய Ψ^2 (X) - இன் மதிப்பைக் கணக்கிட்டால், அது எந்தத்தொலைவிலும் சுழி ஆவதில்லை. ஆகையால் அணுவுக்குள் எலக்ட்ரான் இல்லாத இடமே இல்லை எனலாம். ஆனால் குறிப்பிட்ட சில தொலைவுகளில் Ψ^2 (X) - இன் மதிப்பு பெருமமாக இருக்கும். வேறு சில இடங்களில் அது குறைந்து சிறுமமாக மாறும். Ψ^2 (X)-இன் மதிப்பு பெருமமாக இருக்கும் இடங்களை எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதற்கு அதிக வாய்ப்புக்கூறு உள்ள இடங்களாகக் கருதுகிறோம். பொதுவாக அணுவினுள் இருக்கும் எலக்ட்ரான் இயக்கம் எலக்ட்ரான் முகில் (Electron cloud) எனக் கூறப்படுகிறது. இந்த முகில் அடர்த்தி, Ψ^2 (X) குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் பெருமமாகவும் வேறு இடங்களில் சிறுமமாகவும் இருக்கும். அணுக்கருவைச் சுற்றி அமையக்கூடிய இந்தப் பெரும அடர்த்திப் பகுதிகளை எலக்ட்ரான் பாதைகள் எனக் கொள்ளலாம்.

ஓர் அணுவினுள் எலக்ட்ரான் இயக்கம் நிலைத்த அலையமைப்பை உண்டாக்குகிறது என்று பார்த்தோம். இந்த அமைப்பில் எந்தவொரு புள்ளியிலும் அலைவீச்சு, நேரத்தைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை. அலைவீச்சு மாறாது என்றால் Ψ^2 (X) எலக்ட்ரான் அடர்த்திமாறாது என்று பொருள். அதாவது, எந்தவொரு புள்ளியிலும் எலக்ட்ரான் அடர்த்தி மாறாமல் உள்ளது. இதிலிருந்து அணுவில் எலக்ட்ரான் இயக்கம் இல்லை என்று ஆகிறது. எலக்ட்ரான் இயக்கம் இல்லாமல் அலைக்கதிர்வீச்சு நிகழ முடியாது. ஆகையால், இயல்பான நிலையில் இருக்கும் ஓர் அணு, கதிர்வீச்சை வெளியிடுவதில்லை. இவ்வாறு, நீல்ஸ்போரின் அணுப்படிமத்தில் ஒரு முற்கோளாகஎடுத்துக்கொள்ளப் பட்ட இக்கருத்து அலையியல் அணுப்படிமத்தில் கோட்பாட்டியல் அடிப்படையில் நிறுவப்படுகிறது.

சிறிதளவு அதிர்வெண் வேறுபாடுகளை இரண்டு இசைக் கவைகளை (Tuning forka) இசைத்து அந்த ஒலிகளைக் கலக்கச் செய்தால், அதிலிருந்து விம்மல்கள் (beats) ஒலிக்கும். இவ்வாறு ஒரு நொடி நேரத்தில் எழுகின்ற விம்மல்களின் எண்ணிக்கை, அதாவது விம்மல் அதிர்வெண், இசைக் கவைகளின் அதிர்வெண் களுக்கிடையே உள்ள வேறுபாட்டுக்குச் சமம் ஆகும். ஓர் அணுவுக்குப் பல குவாண்டம் ஆற்றல் நிலைகள் உண்டு. ஒவ்வோர் நிலைக்கும் ஒருவகையான நிலைத்த அலை அமைப்பு உண்டு. இரண்டு குவாண்டம் ஆற்றல் நிலைகளுக்கான அலை அமைப்புகள் ஒரே சமயத்தில் கிளர்வுற்றுக் கலக்குமானால் அப்பொழுது இரண்டு ஆற்றல் நிலைகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு என்னவோ அந்த வேறுபாட்டின் அளவு ஆற்றல் கொண்ட அலைக்கதிர்வீச்சு, அணுவை விட்டு வெளிப்படும். E_1, E_2 என்பவை இரண்டு ஆற்றல் நிலைகள் என்றும், இவற்றில் E_2 என்பது E_1 ஐவிடப் பெரியது என்றும் கொண்டால் இவை கலப்பதால் வெளியிடப்படும் ஆற்றல், E என்பது $E = E_2 - E_1$ க்குச் சமம் ஆகும். ஆனால் $E = h\gamma$ ஆகவே, $h\gamma = E_2 - E_1$ அல்லது

$$\gamma = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

ஆகும். இதுவே நீல்ஸ்போரின் அலை அதிர்வெண் விதிமுறை (Frequency condition) ஆகும்.

இவ்வாறு பழைய அணுப்படிமங்களில் கருதுகோள்களாகக் கொள்ளப்பட்ட கருத்துகள் எல்லாம் அலையியல் அணுப்படிமக் கொள்கையில் சரியான கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் உறுதியாக நிறுவப்படுகின்றன.

ஆர். இரா.

நூலோதி
1. **J-B- Rajam** *Atomic Physics*, S. Chand & Co. New Delhi 1984.
2. **Carr and Weidner**, *Physics from the ground up*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.
3. **H.E. White**, *Introduction to Atomic Spectra*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1934.

அணுப்பிளவுத் தடத்தால் காலங் கணித்தல்

தற்போது விரும்பிப் பயன்படுத்தப்படும் கதிரியக்கக் காலங்கணித்தல் முறைகளுள் அணுப்பிளப்புத் தடத் – தின் உதவியால் காலங்கணித்தல் முறையும் ஒன்று. பாறைகள், கனிமங்கள், விண்வெளிக்கற்கள்-இவற்றின் வயதைக் கணிக்க ஏனைய முறைகளைவிடக் கதிரியக்க முறைகள் சீரான முடிவுகளைத் தருவதால் இம்முறைகள் நேர்த்தி வாய்ந்தவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. படிவங்கள் படியும் விகிதத்தாலும், கடல் நீரில் உப்பின் அளவைப் பொறுத்தும், புவி தணற் பருவத்திலிருந்து குளிரும் முறையாலும் புவியின் கால அளவைகள் கணிக்கப்பட்டு வந்தன. இம்முறைகளுள் சிறந்ததாகக் கதிரியக்க முறை அமைகிறது.

கதிரியக்க முறைகளால் வயதைக் கணிப்பதால் பல பயன்கள் உள்ளன. நிலையற்ற தனிமத்தின் சிதைவு மாற்றம் குறிப்பிட்டதொரு காலத்தில் ஒரே சீராக அமைவதனால் இம்முறை செம்மையான முடிவுகளைத் தர ஏதுவாகிறது. தனிமச் சிதைவு திட்டவட்டமாக எதிர்பார்க்க முடிவதாலும், வெப்பம், அழுத்தம் இவற்றின் மாறுதல்களால் பாதிக்கப்படாமலிருப்பதாலும், இது ஒருநோக்கு வேதியியல் மாற்றமாதலாலும் (Non-reversible chemical change) கதிரியக்க முறை சிறந்ததொரு முறையாகக் கருதப்படுகிறது. ஏர்னஸ்ட் ரூதர்போர்டு (Earnest rutherford) என்ற இயற்பியலாளர் 1904 ஆம் வருடத்தில் கதிரியக்க முறையால் புவியமைப்பியல் காலங்களைக் கணிக்கும் முறையை அறிமுகப்படுத்தினார். இம்முறையை ராலே பிரபு (Lord Rayleigh) ஆர்வத்துடன் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்து ஈடுபட்டு வந்த தருவாயில் அவரது மாணவரான ஆர்தர் ஹோம்ஸ் (Arthur Hormes) என்னும் புவியமைப்பியலாளர் 1911 ஆம் வருடத்தில் கனிமத்திலும் பாறைகளிலுமுள்ள யுரேனிய-ஈயக் கூட்டமைவு, அவற்றின் வயதைக் கணிக்க உதவும் என்று விளம்பினார். இவ்வாறு கதிரியக்கத்தால் வயதைக் கணிக்கும் முறைகள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட போதிலும் இம்முறையை முழுவதுமாக ஏற்றுக்கொள்ளப் பல அறிவியலறிஞர்கள் தயங்கினார்கள். வேதியியல் ஆய்வினால் கணிக்கப்படும் இம்முறை ஆரம்பக்கட்டத்தில் முரண்பாடான கால அளவைகளைக் கொடுத்ததனால்தான் இம்முறையைப் பலர் சந்தேகக் கண்ணோடு பார்த்தனர்.

கதிரியக்க முறை. வேதியியலில் ஒரே தனிமம் வெவ்வேறு அணுநிறைகளுடன் தோன்றினால் அது 'ஓரிடத் தனிமம்' (Isotope) என வழங்கப்படுகிறது. யுரேனியத் தனிமம் 234, 236, 238 என்ற ஓரிடத்தனிமங்களாகத் தோன்றுகிறது. இவற்றுள் ஒன்று நிலையானது (Stable) என்றும், மற்றவை நிலையற்றவை (Unstable) என்றும் கொள்ளப்படுகின்றன. நிலையற்ற ஓரிடத் தனிமம் நிலையான வேறோர் ஓரிடத்தனிமமாக மாறும்பொழுது கதிர்களை உருவாக்குகின்றது. இதனைக் கதிரியக்கச் சிதைவு (Radioactive decay) எனச் சொல்கிறோம். கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அணுக்கள் சிதைவுறுவது சங்கிலித் தொடர் இயக்கமாகப் பல கதிரியக்க அணுக்களாக உருவாகிச் சிதைவு முடிவில் இயக்கமற்றதொரு (Inactive) பொருளாக உருவாவதுடன் நிறைவு பெறுகிறது (படம்-1). இச்சிதைவு நிலையானதொரு விதிப்படி நிகழ்வதாக இயற்பியல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். ''சமமான கால அளவில் சமமான அணுக்கள் சிதைவுறுகின்றன'' என்பதே இவ்விதி. 't' என்ற தருணத்தில் கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கை 'N' ஆக இருந்தால், கதிரியக்கச் சிதைவு முறை $\frac{dNt}{dt} = Nt$ என்று வரையறுக்கப்படுகிறது (அதாவது காலம் (t) அதிகரிக்க அதிகரிக்க கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைந்து கொண்டே போகிறது).

இக்கோட்பாட்டை $\frac{dNt}{dt} = Nt$ என்று வரையறை செய்யும் பொழுது அது கதிரியக்கச் சிதைவு நிலையைக் குறிக்கிறது. இச்சிதைவு நிலை ஒவ்வொரு கதிரியக்கத் தனிமத்திற்கும் சிறப்பியல்பாக அமைகிறது. வெளிப்புறச் சூழ்நிலைகளாகிய வெப்பம், அழுத்தம் இவற்றால் இது பாதிக்கப்படுவதில்லை. இச்சிதைவு நிலையைச் சாதாரணமாகக் கதிரியக்க மொழியில் அரை வயது (Half life) எனக் கூறுகிறோம். அரை வயதானது ஒரு கனிமத்திலுள்ள கதிரியக்க அணுக்கள் பாதி அளவுக்குச் சிதைந்துப் போகக் கூடிய காலத்தைக் குறிக்கும் உதாரணமாக U^{238} இன் அரைவயது 4,500,000,000 ஆண்டுகளாகும்.

கதிரியக்க இயல்பின் உதவியால் வயதைக் கணிக்கக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள முறைகள் பயன்படுகின்றன.

	அரை வயது (வருடங்களில்)
1. யுரேனியம் — ஈயம் முறை	
(a) U^{238} — Pb^{206}	4.5 மில்லியன்
(b) U^{235} — Pb^{207}	710 மில்லியன்
2. பொட்டாசியம் — ஆர்கான் முறை	
K 40 — Ag 40	1.3 மில்லியன்
Ca 40	

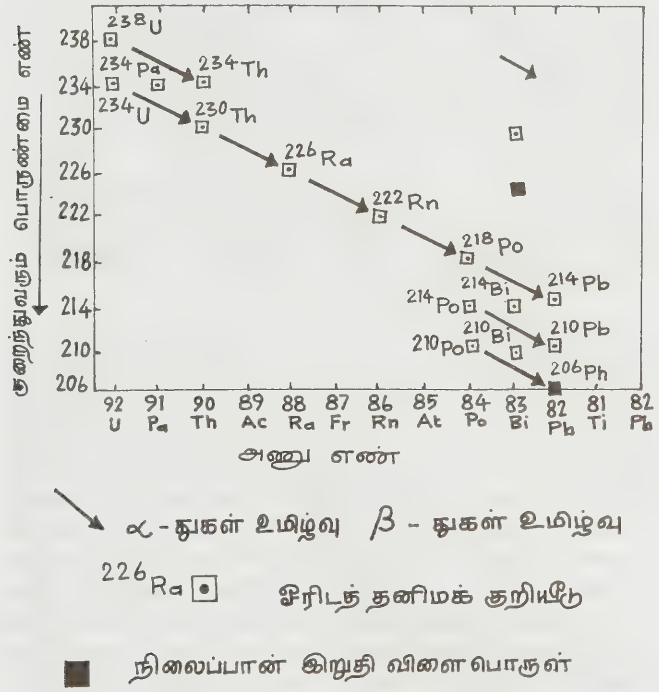
3. ருபீடியம் — ஸ்டிராான்சியம் முறை
   Rb^{87} — Sr^{87} 47 மில்லியன்

4. கார்பன் முறை
   C^{14} — N^{14} 5730 1 30

5. நிறம் மாறும் வளையங்களின் (Pleochropic haloer) உதவியால்

6. அணுப்பிளவுத் தட முறை.

கதிரியக்கத்தால் வயதைக் கணிக்கும் முறைகள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டு ஏறத்தாழக் கால் நூற்றாண்டுக் காலத்தில் இம்முறைகள் எளிதில் கையாளுவதற்கு ஏற்ற சில கருவிகளும், ஆய்வு முறைகளும் உருவாயின. அவற்றில் ஒன்று சாதாரண பாறைவகைகள், கனிமங்கள் இவற்றின் வயதை ஹீலியம் (Helium) வாயுவின் உதவியால் கணிக்க ஏற்றவேதியஅறிவியல் முறைகளைக் கையாளுவதாகும். மற்றொன்று மாஸ் ஸ்பெக்டோரோஸ்கோபி (Mass spectrocopy) என்னும் முறையாகும். இம்முறையில் மாஸ் ஸ்பெக்டோரோஸ்கோப் (Mass spectrocope) என்னும் கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்கருவி புவியமைப்பியல் வயதுகளைக் கணிக்க உற்ற துணையாக அமைந்து நல்ல பயன்களை அளிக்கவல்லது.



படம் 1. கதிரியக்கச் சிதைவுத் தொடர்

ஈய ஓரிடத்தனிமம் மூன்று வகைப்படும். Pb 206, Pb 207, Pb 208 என்பவை அவை. இவையாவும் வெவ்வேறு தாய்க் கதிரியக்க யுரேனிய, தோரியத் தனிமங்களிலிருந்து தோன்றும் நிலையான சேய்ப் பொருள்களாகும். ஆகையால் யுரேனியமும், தோரியமும் ஒரு கனிமத்தில் இருக்குமேயானால் மாஸ் ஸ்பெக்டோரோஸ்கோபின் உதவியால் தனித்தனியே நான்கு முறைகளில் அக்கனிமத்தின் வயதைக் கணிக்க முடிகிறது. Pb 206/238, Pb 207/235, Pb 208/Th232, Pb 206/Pb 207 - இவ்வாறு கணிக்கப்பட்ட நான்கு வயதுகளும் ஏறத்தாழ ஒரே அளவாக இருந்தால் அக்கனிமத்தின் வயதைத் திட்டவட்டமாக வரையறை செய்ய முடிகிறது.

1954 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் இங்ராம் (Inghram) ஓரிடத்தனிம முனைப்புக் குறை (Isotope dilution) முறையை அறிமுகப்படுத்தினார். இம்முறையின் உதவியால் கனிமத்தில் pb சிறிதளவு இருந்தாலும் கூட அதன் வயதைக் கணிக்க இயலும் சூழ்நிலை உருவாயிற்று. அபடைட் (Apatite), ஸ்ஃபீன் (Sphene), சிர்கான் (Zircon) போன்ற கனிமங்களின் வயதைக் கணிக்க இம்முறை பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளது. இம்முறையுடன் வாயு கையாளும் முறையையும் (Gas handling technology) சேர்த்துப் புதிதாக இரண்டு வயது கணிக்கப்படும் முறைகள் அறிமுகமாயின. ருபீடியம்-பொட்டாசியம் (Rb-K) என்ற இரு காரத்தனிமங்களின் கதிரியக்கச் சிதைவைத் தழுவியன இம்முறைகள். இக்காரத்தனிமங்கள் பரவலாகக் கனிமங்களிலும், பாறைகளிலும் காணப்படுவதால் இம்முறைகளை அதிக பயனளிப்பவையாகக் கொள்ளலாம். யுரேனியமும், தோரியமும் சிறிதும் இல்லாத தறுவாயில் கூட வயதைக் கணிக்க இம்முறைகள் வாய்ப்பளிக்கின்றன. இவ்விரு முறைகளும் முறையே ருபீடியம்-ஸ்டிராான்ஷியம் (Rb-Sr), பொட்டாசியம்-ஆர்கான் (K-A) முறைகள் என்று கூறப்படும். அறிவியல் ஆய்வு வளர வளர இம்முறைகளிலும் பல முன்னேற்றங்கள் தோன்றி வருகின்றன. இதன் விளைவாகப் புவியில் தோன்றும் எந்த ஒரு பொருளின் வயதையும் கதிரியக்க முறையால் சரியாகக் கணிக்க முடிகிறது.

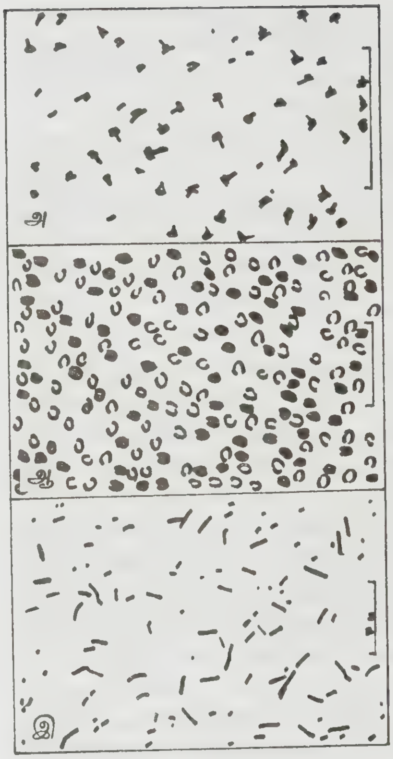
மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள முறைகளைத் தவிரச் சில தனிப்பட்ட முறைகளும் இப்பொழுது கையாளப்பட்டு வருகின்றன. அவற்றுள் முக்கியமானவை கதிரியக்கக் கார்பன் 14 (Radio carbon 14) முறையும், அணுப்பிளவுத் தட முறையுமாகும். இவற்றுள் முதலாவதாகக் கூறப்பட்ட கார்பன் 14 முறை,40,000 வருடங்களுக்கு முன் வரையில் தோன்றிய பொருள்களின் வயதைக் கணிக்க உதவுகிறது. இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்டுள்ள அணுப்பிளவுத் தட முறை 1968இல் பிளைசரால் (Fleischir) அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட ஒரு முறையாகும். இம்முறை யுரேனியம் 238இலிருந்து தோன்றும் அணுப்பிளவுச் சிதறலின் உதவியால் கணிக்கும் முறையாகும். இம்முறை பலதரப்பட்ட பொருள்களுக்கும் பல வயதைச் சேர்ந்த பொருள்களுக்கும் பயன்படும் ஒரு முறையாகும்.

U 238 அணு நொடிப்பொழுதில் பிளக்கவல்லது. அதன் சிதைவுத்திறன் 6.0 10^{-17} வருடங்களாகும். இவ் வணுப்பிளப்பை அடுத்துத் தோன்றும் அணுத்தடங் களின் அடர்த்தியையும், அதிலுள்ள யுரேனியத்தின் அளவையும் கணக்கிட்டு வயதைக் கணிக்கலாம். இம் முறை படிகங்களற்ற தணற் பாறைகளின் வயதைக் கணிக்க மிகவும் உதவுகிறது.

1907ஆம் ஆண்டில் ஜான் ஜாலி (John Jolly) என்ற அறிவியலாளர் சில கனிமங்களை முனைவாக்கப் பட்ட ஒளியின் (Polarised light) உதவியால் நுண் ணோக்கிக் காட்டியில் உற்று நோக்கி ஆராய்ச்சி செய்து வந்தார். அப்பொழுது அவற்றுள் சில கனிமப் பரல் களில் நிறம்மாறும் வளையங்களைக் (Pleochroic waves) காண நேரிட்டது. இவ்வளையங்கள் சிறு கதிரியக்கக் கனிமத் துகள்களைச் சுற்றி இருப்பதை அவர் உணர்ந் தார். இச்சிறு கனிமத் துகள்களிலிருந்து கதிர்கள் நாலா பக்கங்களிலும் சிதறிச் செல்வதால் இந்நிறம் மாறும் வளையங்கள் உருவாவதாக அவர் உணர்ந்தார். மைக்கா கனிமப் பரல்களில் யுரேனியம், தோரியம் கனிமத் துகள்களால் நிறம் மாறும் வளையங்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வளையங்கள் மிகவும் சிறியவை. அவற்றின் விட்டம் 12—42μ வரை இருக்கும் (1-0.001μ மி.மீ.). ஆல்பா-துகள்கள் ஒரு மத்திய புள்ளியிலிருந்து கிளம்பி ஒரே சீராக எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுவதால் அப்பரவும் அளவிற்கு இவ்வளையங்களின் அளவு மாறாமல் இருப்பது முக்கியமானதொரு அம்சமாகும். இதிலிருந்து கதிரியக்க ஓரிடத்தனிமத்தின் சிதைவு புவி யமைப்பியல் காலத்தினுள் மாறுபடவில்லை என்று அறிய முடிகிறது.

திறன்மிக்க அணுக்கூறுகளின் தடங்கள்

கதிரியக்கத்தின் விளைவாகச் சக்திவாய்ந்த அணுக் கூறுகள் சிதறும்பொழுது அவை அழியாத தடங் களை விட்டுச் செல்கின்றன. இத்தடங்கள் சுற்றிலு முள்ள கனிமப்பரல்களிலோ, பரல்களாகாத திடப் பொருள்களிலோ அணுக்கூறுகள் ஊடுருவித் துவாரங் களை உண்டு பண்ணுவதனால் ஏற்படுகின்றன. இத் தடங்கள் சன்னமான குழல் வடிவத்தில் அமை கின்றன. யுரேனியம் 30 ஆர்ம்ஸ்டிராங் விட்டத்திலும், 10^{-3} செ.மீ. நீளத்திலும் குழல் வடிவத்தில் தடங் களை உண்டு பண்ணுகிறது. இவ்வளவு நுட்பமான தொரு அணுக்கூறின் சுவட்டை எவ்வாறு காண இயலும் என்ற கேள்வி எழுகிறதல்லவா? இதற்கு இப் பொருள்களைக் குறிப்பிட்ட சில வேதியக் கரைசல் களில் மூழ்க வைத்தால் இத்தடங்கள் தோன்றிய இடங்களை இலேசாக அரிக்கப்பட்ட அரிப்பு உருவங் களாகப் (Etch figures) பளிச்சென்று காணலாம். இவ் வரிப்பு உருவங்களின் அமைப்பு பலதரங்களில் அமை கிறது (படம்-2). இவ்வரிப்பு உருவங்களின் உதவியால் ஒரு பொருளின் வயதை அறிவதெப்படி என்பதை இப் பொழுது நாம் காண முயலுவோம்.



படம் 2
அணுப்பிளவுத் தடங்கள்

அ, இ. கனிமங்கள்
ஆ. கண்ணாடி

யுரேனியத் தனிமத்தின் ஓரிடத்தனிமமான u 238 நொடிப்பொழுதில் பிளக்கவல்லது. அதன் சிதைவு நிலை எண் 6.9 × 10^{-17} வருடங்களாகும். ஒரு பொருளில் 1/1,000,000 பாகம் யுரேனியம் இருப்பின் அதன் அணு விகிதம் பிளவுறும்போது ஒவ்வொரு சதுர செ.மீ.லும் 2,000 அணுக்கூறுகள் 1,000,000 வருடங் களில் கடக்கவல்லன என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு சிதறும் அணுக்கூறுகள் தடங்களை உண்டு பண்ணுமேயானால் அப்பொருள்களின் வயதைத் தட அடர்த்தியையும், இரும்பு, யுரேனியம் இவற்றைக் கொண்டும் கணக்கிட வழி உண்டு.

வயது கணிக்கப்பட வேண்டிய பொருளில் ஏற்கனவே யுள்ள தடங்களை அளந்து அவற்றின் அடர்த்தி முதலில் கணிக்கப்படுகிறது. இது P_s என்று குறிக்கப் படும். பிறகு அப்பொருள் கதிரியக்கக் கருவியில் வைக்கப் பட்டு (Nuclear reactor) ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு வெப்ப நியூடிரான்கள் அதில் பாயுமாறு செய்யப்படு கிறது. இச்சூழ்நிலையில் யுரேனியம் பிளவுபடுவதால் புதி தாகப் பிளவுத் தடங்கள் ஏற்படுகின்றன. இப்பொழுது மீண்டும் தட அடர்த்தி கணிக்கப்படுகிறது. இது P_1 என்று குறிக்கப்படும். இவ்விரு தட அடர்த்தி எண்களைக் கீழ்க்காணும் கோட்பாட்டில் பயன்படுத்தி அப்பொருளின் வயதை (T) அறியலாம்.

$$\frac{P_s}{P_1} = (\text{Exp}\ (\lambda\Delta T)-1)\frac{\lambda F}{\lambda\Delta f}$$

இதில் P_s, P_1, T போன்றவை எவற்றைக் குறிக் கின்றன என்று ஏற்கனவே அறிந்து கொண்டோம்.

λD, λF முறையே மொத்தச் சிதைவு, நொடிச் சிதைவு, நிலை எண்களைக் குறிக்கும். f-கதிரியக்கத்தால் பிளக்கப்பட்ட யுரேனிய அணுக்களின் அளவு. இதனை எளிதில் கணக்கிடும் முறை உள்ளது.

இம்முறை புவியின் மேற்பரப்பிலுள்ள பொருள்களின் வயதைக் கணிக்கப் பயனுள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. இம்மேற்பரப்பில் வேறு வழிகளில் தடங்கள் உருவாவதற்குச் சூழ்நிலை அனுமதிக்காததே இதற்கு முக்கிய காரணமாகும். இம்முறை பலதரப்பட்ட பொருள்களின் வயதைக் கணிக்கக் கையாளப்பட்டு நல்ல பயன்களைத் தந்துள்ளது. இருபது வருடங்களுக்கு முன் தோன்றிய பொருள்களிலிருந்து ஏறத்தாழ 1000 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன் தோன்றிய கனிமங்கள் வரையில் இம்முறையால் வயது கணிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு கணிக்கப்பட்ட வயது எண்களை மற்ற முறைகளால் கணிக்கப்பட்ட வயதுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது ஒத்த முடிவுகள் கிடைக்கின்றன. முக்கியமாக இம்முறையில் கையாளப்படும் ஆய்வுக்கூட முறை மிகவும் எளிதாகும்.

மேலே குறிப்பிட்ட முறையைக் கையாள்வதற்கு ஒரு பொருளில் சில முக்கிய இயல்புகள் இருத்தல் இன்றியமையாததாகும். அவற்றுள் ஒன்று பிளவுத் தடங்கள் வெப்பமாற்றத்தால் அழியாத தன்மை பெற்றிருத்தல் ஆகும். எடுத்துக்காட்டாகக் கால்சைட் கனிமத்தில் பிளவுத் தடங்கள் புவிமேற்பரப்பிலுள்ள வெப்ப மாற்றத்திலேயே மறைந்துவிடுகின்றன. அதனால் இக்கனிமம் வயது கணிக்க உகந்ததன்று. அதே சமயத்தில் ஒருசில கனிமங்களில் பிளவுத் தடங்கள் பலகோடி வருடங்களுக்கு 300K வெப்ப அளவிலும் அழியாமல் இருப்பதைக் காண்கிறோம். ஆகையால் இக்கனிமங்களிலுள்ள தடங்களை நிலையானவை எனச் சொல்கிறோம். இக்கனிமங்கள் இம்முறையினால் வயது கணிக்க மிகவும் உகந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன. குவார்ட்சு (Quartz), டயாப்சைடு (Diopside), பைடோனைட்' (Bytonite), சிர்கான் (Zircon), படிவ அமைப்பில்லா சிலிக்கா (Amorphous silica), ஹார்ன்பிளென்டு (Horndlende) போன்ற கனிமங்களில் நிலையான பிளவுத் தடங்களைக் காண்கிறோம். இவற்றுள் குவார்ட்சு கனிமம் தான் அதிக வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல தடங்களைக் கொண்டது. கனிம ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு இவ்வியற்கை இயல்பால் வேறொரு நன்மையும் உண்டு. பல்வேறு கனிமங்களின் பிளவுத் தடங்கள் வேறுபட்ட வெப்ப நிலைகளில் மாய்க்கப்படுவதால் ஓர் இடத்திலுள்ள கனிமங்களின் பிளவுத் தடத் தன்மையை ஆராய்ந்தால் அக்கனிமங்களின் வெப்ப வரலாற்றை (Thermal history) அறிய முடிகிறது.

அடுத்த இயல்பு பிளவுத் தட அடர்த்தியைச் சார்ந்ததாகும். போதுமான அடர்த்தி இருந்தால் மட்டும் இம்முறையால் வயதைக் கணிக்க இயலும். இவ்வடர்த்தி சில கனிமங்களில் அதிகமாகவும், சிலவற்றில் குறைவாகவும் இருக்கிறது. அதிகமான அடர்த்தியிருந்தால் நல்ல பயன்களை எதிர்பார்க்கலாம். சம நேர்த்தியான அதிக அளவிலுள்ள பொருள்களில் சதுர செ.மீ இல் 5 தடங்கள் இருந்தாலே வயதைக் கணிக்கப் போதுமானதாகும். சிறிய 10^{-2} செ.மீ. அளவிலுள்ள பொருள்களுக்கு ஒரு சதுர செ.மீ.—க்கு 100,000 தடங்கள் இருந்தால் தான் வயதைத் திருப்திகரமாகக் கணிக்க முடியும். இருப்பினும் இவ்வடர்த்தி எண் இவ்வளவு இருந்தால்தான் திருப்திகரமான பயனைத் தரும் என்று திட்டவட்டமாக வரையறை செய்ய முடியவில்லை. ஆனாலும் நல்ல பயன் அளிக்க அடர்த்தி எண் ஏறத்தாழ எவ்வளவு இருந்தால் நலம் என்று ஒருவாறு கூறலாம். இம்முறையால் வயது கணிக்கத் தேவையான யுரேனியக் கனிமத்தின் விகிதங்களைக் கீழே தரப்பட்டுள்ள பட்டியலில் காணலாம்.

கனிமங்களுள் பிளவுத்தட முறையால் ஹார்ன்பிளெண்டு கனிமத்தின் உதவியால் 800-இலிருந்து 3,000,000 வருடங்கள் வரையிலும், சிர்கான் கனிமத்தின் உதவியால் 8–இலிருந்து 3000 வருடங்கள் வரையிலும், படிவ அமைப்பில்லாத் திடப்பொருள்களின் உதவியால் 800-இலிருந்து 300,000 வருடங்கள் வரையிலும் வயதைக் கணிக்கலாம்.

எளிமை அதிகமான காலத் தவணைகளைக் கணிக்க உதவுவது, மிகச் சிறிய விகிதத்தின் உதவியால் வயதைக் கணிக்க முடிவது, இவையாவும் இம்முறையின் நல்ல அம்சங்களாகும். இம்முறையின் முக்கிய குறைபாடு தடங்களை எண்ணுவதற்கு ஏற்ற கருவிகள் இல்லாமையாகும். தடங்களைக் கைப்பட எண்ண வேண்டியிருப்பதால் காலதாமதமும், சிரமமும் ஏற்படும்.

பிளைச்டோசீன் (Pleistocene) காலத்தைக் கணிக்க K-Ar முறையால் கணிப்பது கடினமாதலால் அக்காலத்தில் நிகழ்ந்த நிகழ்ச்சிகளை அறிய இம்முறை மிகவும் பயனுள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. மேலும் C 14 முறை இங்கு பயன் அளிக்காது. பிளைச்டோசீன் காலம் மனித படிமலர்ச்சியில் ஒரு முக்கிய கால கட்டமாதலால் மனித படிமலர்ச்சியை அறிய இம்முறை மிகவும் பயனுள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

விண்வீழ்கற்கள் (Meteorites). சிலவகை விண்வீழ்கற்களில் மிகவும் பழமையான தடங்கள் பாதுகாப்பான நிலையிலுள்ளதை இயற்பியலாளர்கள் ஆய்வுகளால் கண்டறிந்துள்ளனர். இவ்விண்வீழ் கற்களின் வயது 4.6×10^6 ஆண்டுகளுக்கு அதிகமாகவே இருக்கும் என்றும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேலும் இவற்றில் இத்தடங்கள் அண்டக்கதிர்களால் (Cosmic rays) ஏற்பட்டுள்ளன எனக் கொள்ளப்படுகிறது. அண்டக் கதிர்கள் இரண்டு வேறுபட்ட விண்வீழ்கற்களில் தடங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மீசோசிடரைட்

வரிசை எண்	யுரேனியத்தின் அளவு	கால வரம்பு
1.	யுரேனியம் இடையில் 100% வரை இருந்தால்	3 நாட்களிலிருந்து 4 மாதங்கள் வரை
2.	யுரேனியம் இடையில் 10% வரை இருந்தால்	1 மாதத்திலிருந்து 3 வருடங்கள் வரை
3.	யுரேனியம் இடையில் 1% வரை இருந்தால்	10 மாதத்திலிருந்து 30 வருடங்கள் வரை
4.	யுரேனியம் இடையில் 0.1% வரை இருந்தால்	8 வருடங்களிலிருந்து 300 வருடங்கள் வரை
5.	யுரேனியம் இடையில் 0.01% வரை இருந்தால்	80 வருடங்களிலிருந்து 3000 வருடங்கள் வரை
6.	யுரேனியம் இடையில் 0.001% வரை இருந்தால்	800 வருடங்களிலிருந்து 30,000 வருடங்கள் வரை
7	யுரேனியம் இடையில் 0.0001% வரை இருந்தால்	8000 வருடங்களிலிருந்து 300,000 வருடங்கள் வரை
8	யுரேனியம் இடையில் 0.00001% வரை இருந்தால்	80,000 வருடங்களிலிருந்து 3,000,000 வருடங்கள் வரை

எனப்படும் விண்வீழ்கல்லிலும், இரும்பு விண்வீழ் கல்லிலும், தடங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. ஆறு வகையான கதிர் சேர்க்கையால் இத்தடங்கள் தோன்றுகின்றன எனக் கருதப்படுகிறது. இத்தடங் களின் உதவியால் சூரிய மண்டலத்தின் வரலாற்றை அறியவும் அண்டக்கதிர்களின் தன்மையை அறியவும் முயற்சிகள் நடந்து வருகின்றன. விண்வெளிப் பயணங்கள் அதிகரித்துக் கொண்டு வரும் இந்நாட் களில் அண்டக்கதிர்கள் பற்றித் தெரிந்து கொள்வது மிகவும் அவசியமானதென்று அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

எஸ்.சு.

அணுப்பிளவுப் பொருள், தொடர் இயக்கம் புரியக் கூடியது

தன்னியல்பாகத் தொடர்ந்து தொடர் இயக்கத்தை (Self-sustaining chain reaction) அனுமதிக்கும் அளவி லுள்ள U^{233}, U^{235} அல்லது Pu^{239} பிளவுப்பொருள் ஆகும். இதன் நெருக்கடிப் பொருள் அளவானது (Critical mass) 950 கிராம் U^{235} அளவிலிருந்து இருக்கும். அல்லது 16 கி.கி U^{235} திட உலோகக் கோளத்தில் (Solid metallic sphere) உள்ள, கரைந் துள்ள கூட்டுப்பொருள்களில் (Dissolved compounds) உள்ள சிறிய அளவிலான Pu^{239} ம் ஆகும். சில சக்தி உலைகளுக்கு (Power reactors), நூறு டன்கள் அள விற்கும் ஆகும். இந்த அளவு, நியூட்ரான் உட்கவரும் பொருள்களான (Neutron absorptive materials) U^{238} இன் கலப்பு, குளிர்ப்பான் பாய்விற்கான (Flow of coolant) அலுமினியப் பைப்புகள், மேலும் போரான் அல்லது கேட்மியம் கட்டுப்பாட்டுக் கோல்கள் (Control rods) ஆகியவைகளினால் அதிகமாக்கப்படுகின்றது. நியூட்ரான்களைத் தாமதப்படுத்தியும் தப்பிச் செல்வ திலிருந்து தடை செய்தும் பிளவினைத் தோற்றுவிக்கும் நிகழ்ச்சியினை மறைமுகமாக அதிகமாக்குவதற்கும் காரணமாக அமைந்த கிராஃபைட், கனநீர் (Heavy water) போன்ற நிதானமாக்கிகளாலும் (Moderator) இந்நெருக் கடிப் பொருளின் அளவு குறைக்கப்படுகின்றது.

நூலோதி

McGraw-Hill *Book of Science and Technology* Vol. III, 4th Edn., 1977.

அணுப் பொருளளவு எண்

ஓர் அணுவின் அணுப் பொருளளவு எண் (Mass number) A என்பது, அவ்வணுவிலுள்ள அணுக்கரு

மூலக்கூறுகள் (Nuclear constituents) அல்லது நியூக்ளியான்களின் (Nucleons) மொத்த எண்ணிக்கையைக் குறிப்பதாகும். புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் மொத்தமாக நியூக்ளியான்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. வட அமெரிக்க முறைப்படி, அணுப் பொருளளவு எண்ணினைத் தனிமத்தைக் குறிக்கும் குறியீட்டிற்குப் (Elemental symbol) பின்னரும், அக்குறியீட்டின் மேற்புறமாகவும் அமைப்பார்கள். எடுத்துக் காட்டாக U^{238} எனக் குறிக்கப்படுகின்றது. அல்லது அனைத்து நாட்டு ஒப்பந்தப்படி (International agreement) தனிமத்தைக் குறிக்கும் குறியீட்டிற்கு முன்னதாகவும், மேற்புறமாகவும் ^{238}U எனக் குறிக்கப்படுகின்றது. புரோட்டானின் பொருளளவும், நியூட்ரானின் பொருளளவும் கிட்டத்தட்டச் சரியாக இருப்பதாலும், எலெக்ட்ரானின் பொருளளவு, புரோட்டான் அல்லது நியூட்ரான் பொருளளவுடன் ஒப்பிடும்போது மிக மிக அற்பமானதாய் இருப்பதாலும் அணுப் பொருளளவு எண்அணுப்பொருளின் அளவைக்குறிக்கும் பயனுள்ள தோராயமான எண்ணாக அமைகின்றது. உதாரணமாக $H^1 = 1.00814$. அணுப்பொருளளவு அலகுகள் (amu) (அ.பொ.அ) $U^{238} = 238.124$ அ.பொ.அ. எனக் குறிக்கப்படுகின்றது.

α-துகள் வெளிவரும்போது அணுப்பொருளளவு எண் நான்காகக் குறைக்கப்படுகின்றது. ஆனால் β-சிதைவின்போதோ (β-Decay) எலக்ட்ரான் பிடிபடும் போதோ (Electron capture) அணுப் பொருளளவு எண் மாறுவதில்லை.

நூலோதி

McGraw-Hill *Book of Science and Technology* Vol 8. 4th Edn., 1977.

அணு மருத்துவமும் அதன் பயன்களும்

அணு சக்தியை, ஆக்க வேலைக்கும், நோய் போக்கி, உயிர்காக்கும் முறைக்கும் பயன்படுத்த வேண்டுமென்ற, அறிவியலாரின் பெரும் முயற்சிதான், அணு மருத்துவம் என்பது.

நோயைக் கண்டறியவும், நோயைத் தடுக்கவும், சிகிச்சை அளிக்கவும் எளிதானதும் விரைவாகவும் கணிக்கும் முறையும் தான் அணுசக்தி மருத்துவம்.

ஊடுகதிர் சக்தி உள்ள, இயற்கையாக உள்ள, நீண்ட நாள் நிலைக்கும் சக்தி உள்ள ரேடியம் (Radium), செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட நீண்ட வாழ் நாள் உள்ள கோபால்டு-60 (Cobalt-60), செரியம் (Cerium) என்ற அணு மருந்துகளை இயந்திரத்தில் வைத்துப் (Sealed source) புற்று நோய்களுக்குச் சிகிச்சை அளிப்பதற்குக் கதிர் வீச்சு சிகிச்சை என்று பெயர்.

குறைந்த வாழ்நாள் உள்ள, செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படும் ஊடுகதிர்சக்தி உள்ள அணு மருந்துகள் வாயின் மூலமோ, ஊசியின் மூலமோ, நுகர்வதின் மூலமோ, நோயாளியின் உடலில் செலுத்திப் பாதிக்கப்பட்ட பகுதியைக் கணிக்கும் முறைக்கு உடலுக்குள் ஆய்வு (In vivo studies) என்று பெயர். இவ்வுள்ளுறுப்பு ஆய்வின் மூலம், புள்ளி அலகிடல் (Dot scan), நிற அலகிடல் (Colour scan), ஒளி அலகிடல் (Photo scan) ஆகிய ஆய்வுகள் நடத்தலாம்.

நோயாளியின் உடலுக்குள், கதிர் இயக்க அணுசக்தி மருந்தைச் செலுத்துவதற்குப் பதிலாக, நோயாளியின் இரத்தத்தை எடுத்து, அதில் அணுசக்தி மருந்தைக் கலந்து, நோய்களைத் தணிக்கும் முறைக்கு உடலுக்கு வெளியில் ஆய்வு (In vitro test) என்று பெயர். மேலும் நோயாளியின் இரத்தத்தை எடுத்து T_4 & T_3 அளவியல் (Radio immuno assay) மூலமும் கணிக்கலாம்.

தீராத தலைவலி, திடீர் என்று கண் பார்வை தெரியாது இருத்தல், குமட்டலற்ற வாந்தி, 30 வயதுக்கு மேற்பட்டவருக்கு முதல் முறையாக விடாது வலிப்பு நோய் ஏற்படுதல் ஆகியவை மூளையில் கட்டி ஏற்பட்டுள்ளது என்பதைக் காட்டும். இந்தக் கட்டி சாதாரணக் கட்டியா, அல்லது புற்று நோய்க்கட்டியா என்பதைக் கணிக்க, தக்க அணுசக்தி மருந்துகளான இம்டியம் டிடிபிஏ டிசி-49-எம் பெர்டெக்னட்டேட், கேலியம் சிட்ரேட்-67 (113M Imdium DTPA Tc⁹⁹ᵐ Pertechnetate, Gallium Citrate 67) களில் ஒன்றைச் கொடுத்து, புள்ளி அலகிடல் (Scan) மூலம் கட்டியின் இருப்பிடம், அளவு, தன்மை, அதிகரிக்கின்ற அல்லது அளவில் குறைகின்ற நிலை ஆகியவற்றையும் தொடர் புள்ளி அலகிடல் (Serial scan) மூலம் கணித்து, அறுவைச் சிகிச்சை செய்து நோயைப் போக்க முடியும்.

மூளையின் இரத்தக் குழாயில் அடைப்பு, அல்லது சுருக்கம், அல்லது இரத்தக்குழாய் வெடித்து, இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டு, இரத்தக்கட்டி ஏற்பட்டுப் பக்கவாதம் வந்தால், இதை விரைவில் தணிக்கக் கதிர்வீச்சு ஓரிடத் தனிம இரத்தக்குழாய் வரைபடம் (Radio isotopes angiography) முறையைப் பயன்படுத்தலாம்.

இதைப்போன்று நுரையீரல், இதயக்கோளாறு, கல்லீரல், மண்ணீரல், கணையம், சிறுநீரகம், எலும்பு போன்ற உறுப்புகளின் இடம், உருவம், வேலை செய்யும் திறன், மாறுபட்ட நிலை ஆகியவற்றைத் தக்க அணுசக்தி மருந்துகளைக் கொடுத்து, புள்ளி அலகிடல் மூலமோ, அளவியல் (Assays) மூலமோ கணித்து, விரைவாக நோயைப் போக்கலாம்.

சிறுநீரகம் செயலிழந்தால் அதை அறிய ஹிப்புரான் அயோடின் 131 (Hippuran iodine-131) என்ற அணு

ஆற்றல் மருந்தை ஊசிமூலம் உடலில் செலுத்திச் சிறு நீரகங்களின் செயல்திறனை ஓரிடத்தனிமச் சிறுநீரக வரைபடம் மூலம் இருபது நிமிடங்களில் கணித்து விடலாம். இதன் மூலம் எந்தச் சிறுநீரகம் செயல் இழந்துள்ளது என்பதை அறிந்து உடனடிச் சிகிச்சை மூலம் நோயைக் குணப்படுத்தலாம்.

அணு மருத்துவத்தின் மூலம் நீரிழிவு நோய், குடற் புண், அதி இரத்த அழுத்தம், உடல் வளர்ச்சிக் குறை, உடல் அதி வளர்ச்சி ஆகிய நோய்க்கான மருந்து அளவை எளிதில் கணிக்கலாம். இவ்வாறு நவீன மருத்துவச் சிகிச்சைகளில் அணு மருத்துவம் இன்றியமையாத ஒன்றாக அமைந்துள்ளது.

ஆர்.ந.

அணு மாறிலிகள்

ஒளியின் திசை வேகம் C, பிளாங்க் மாறிலி h, எலக்ட்ரான்மின்னூட்டம் e, எலக்ட்ரானின் ஓய்வு நிலை நிறை (Rest mass) m_o, நுண்ணமைவு மாறிலி α (Fine structure constant) ஆகியவை முதன்மை அணு நிலை இயற்பியல் மாறிலிகளாகக் கருதப்பட்டு அணு மாறிலிகள் எனப்படும். இம் மாறிலிகளின் பட்டியலும் மற்ற அணு நிலை மாறிலிகள், மாறிலிகளின் தகவுகள் ஆகியவற்றின் பட்டியலும் கீழே இடம் பெற்றுள்ளன. இவற்றில் ஒளியின் திசைவேகம், அய்ன்ஸ்டைன் தனிச் சார்புக் கொள்கையின் எடுகோளில் மாறிலியாகக் கொள்ளப்பட்டது. மேலும் மைக்கல்சன் ஆய்வுகளினால் மாறிலியென மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. மேக்ஸ்வெல், மின் காந்த அலைகளுக்கான சமன்பாடுகளை வருவிக்கும்போது மின் ஏற்புத் திறன் K, காந்த உட்புகு திறன் m, இவற்றிற்கிடையே அமைந்த தொடர்பாக $\frac{1}{\sqrt{\mu k}}$ என்ற வாய்பாட்டைப் பெற்றார். $\frac{1}{\sqrt{\mu k}}$ ஒளியின் திசைவேகத்தைப் பெற்ற மாறிலியாகவும், அதன் அலகு திசை வேகத்தின் அலகைப் பெற்றிருப்பதாகவும் அறியப்பட்டது. பிளாங்க் மாறிலி h, பிளாங்க் குவாண்டம் கொள்கையில் கணிதவாயிலாக இயல்பாகப் பெறப்பட்டதாகும். e, m, இவை எலக்ட்ரானின் இயற்பியல் பண்புகளாகும்.

மில்லிக்கன் தன் ஆய்வில் எலக்ட்ரானின் மின்னூட்டத்தைத் துல்லியமாக்க் கணக்கிட்டுள்ளார். எலக்ட்ரானின் மின்னூட்டம் இயற்பியலில் காணும் அடிப்படை மின்னூட்ட அளவாகும். எலக்ட்ரானின் நிறை தனிச் சார்புக் கொள்கையின்படி திசைவேகத்தைப் பொறுத்ததாகும். கண்ணுறுவோருக்கு நிலையாக அல்லது சுழி திசை வேகத்தில் அமைந்த எலக்ட்ரானின் நிறை, அதன் ஓய்வு நிலை நிறை எனப்படுகிறது. நிற மாலை வரியின் நுண்ணமைவு மாறிலி α என்பது சில அடிப்படை மாறிலிகளைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்டது. இயற்பியல் துறையில் மிகவும் முன்னேறிய பகுதியாகிய குவாண்டம் மின்னியக்கவியலின் (Quantum electro dynamics) அடிப்படை மாறிலியாக α அமைகிறது. அனைத்துலகு அலகு படித்தர முறையில் இம் மாறிலிகள் மிகத் துல்லியமாக வெளியிடப்பட்டிருக்கின்றன.

மாறிலிகளை அளவிடுவதற்கான காரணங்கள்

இயற்பியலார் இருபெரும் காரணங்களுக்காக அடிப்படை இயற்பியல் மாறிலிகளை மிகத் துல்லியமாக அளவிடுகின்றனர். முதற்காரணம், இயற்பியல் கொள்கைகளைக் கணித வாயிலாக வரைமுறைப்படுத்தும் போது மிகத் துல்லியமாக அளவிடக் கூடிய முன் மதிப்பீடுகளைப் (Predictions) பெறுவதற்கு இம்மாறிலிகள் மிகவும் உதவியாக இருக்கின்றன. இரண்டாவது காரணம் முன்னதை விடச் சிறப்பானதாகும். இயற்பியல் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளின் (Theories) மூலம் வருவிக்கப்பட்ட மாறிலிகளின் எண் மதிப்புகள் இயற்பியலின் வெவ்வேறு பிரிவுகளில் வடிவமைக்கப்பட்ட கருவிகளினால் தேர்வாய்வு (Test) செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாய்வுகளின் மூலம் பெற்ற குறிப்பிட்ட மாறிலியின் பல மதிப்பீடுகளை ஒப்பிட்டுச் சரி பார்ப்பதனால் இம்மாறிலி வருவிக்கப்பட்ட கோட்பாட்டின் தன்-முரண்பாடின்மையை (Self-consistency) உறுதிப்படுத்தலாம்.

அளவீடுகளைப் பற்றிய வரலாறு

17ஆம், 18ஆம் நூற்றாண்டுகளிலேயே ஒளியின் திசைவேகம், ஈர்ப்பு மாறிலி (G) ஆகியவற்றை அளந்தறிய முயன்றதற்கான சான்றுகள் உள்ளன. இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்திலிருந்துதான் இயற்பியல் மாறிலிகளை மிகத் துல்லியமாக அளவிட வேண்டியதற்கான வாய்ப்புகள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. எலக்ட்ரானியல், மைக்ரோ அலை போன்ற துறைகள் முன்னேற்றம் கண்டதால் ஆய்வுக் கூடக் கருவிகளில் அளவீடுகள் நுண்மை பெற்றன. கருவிகளில் அமைந்த நுண் அளவீட்டின் மதிப்புகளுக்குச் சரியாக அடிப்படை மாறிலிகளின் மதிப்புகள் கணக்கிடப்பட்டன. அறிவியல் முன்னேற்றம் காணுந்தோறும் கருவிகளின் அளவீட்டுத் துல்லியம் மிகைப்படுகிறது. 20ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் பத்தாயிரத்தில் ஒரு பகுதி துல்லியமாக அளக்கப்பட்டது. பிறகு படிப்படியாக இம்மீச்சிறு அளவை சீரமைக்கப்பட்டு நூறாயிரத்தில் ஒரு பகுதியாக மாறித் தற்போது பத்துக்கோடியில் ஒரு பகுதி துல்லியமாக உயர்ந்துள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக நீட்டலளவையில் தொலைவை ஒரு மீட்டரில் பத்துக் கோடியில் ஒரு பங்கு துல்லியமாகச் சற்றும் ஐயமின்றி அளவிடலாம். இவ்வாறு துல்லியம் மீப் பெரும அளவை அடைவதால், ஆய்வின் வாயிலாகக் கிடைத்த மாறிலிகளின் எண் மதிப்புகள் கணிதக் கோட்பாடுகளின் வழியே பெறப்பட்ட எண் மதிப்புகளோடு மிகவும் ஒன்றிப் போகும் வாய்ப்புள்ளது.

1973 கோகன், டெய்லர் இவர்களால் மீச்சிறு இருமடி சரிசெய்தல் முறையில் கிடைத்த அடிப்படை மாறிலிகளின் மதிப்புகளில் தெரிவு செய்யப்பட்ட சில மாறிலிகளின் பரிந்துரைக்கப்பட்ட மதிப்புகள் பட்டியல் 1-இல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல்-1

வரிசை எண்	மாறிலிகள்	குறியீடு	எண்மதிப்பு*	துல்லியத்திலிருந்து விலக்கம்	அலகுகள்
1.	வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம்	C	299792458 (1.2)	0.004	மீ/வி
2.	நுண் அமைவு மாறிலி	α	7.2973506 (60)	0.82	10^{-3}
3.	$\mu_o C e^2/2h$	α^{-1}	137.03604 (11)	0.82	
4.	பிளாங்க் மாறிலி	h	6.626176 (36)	5.4	10^{-34} ஜூல்/வி
5.	அடிப்படை மின்னூட்டம்	e	1.6021892 (46)	2.9	10^{-19} கூலூம்
6.	அவகாட்ரோ மாறிலி	N_A	6.022045 (31)	5.1	10^{26} கி.மோல்$^{-1}$
7.	எலக்ட்ரான் நிலை நிறை	m_e	9.109534 (47)	5.1	10^{-31} கி. கிராம்
8.	புரோட்டான் நிலை நிறை	m_p	1.6726485 (86)	5.1	10^{-27} கி. கிராம்
9.	புரோட்டான் நிறைக்கும் எலக்ட்ரான் நிறைக்கும் தகவு	$\frac{m_p}{m_e}$	1836.15152 (70)	0.38	
10.	ஃபாரடே மாறிலி N_A e	F	9.648456 (27)	2.8	10^7 கூலூம் கி. மோல்$^{-1}$

தொடர்ச்சி

வரிசை எண்	மாறிலிகள்	குறியீடு	எண்மதிப்பு*	துல்லியத்திலிருந்து விலக்கம்	அலகுகள்
11.	ரிட்பர்க் மாறிலி $\mu_o^2 c^3 e^4 m_e 8h^3$	R_α	1.097373177 (83)	0.075	10^7 மீ$^{-1}$
12.	போர் ஆரம் (Bohr's radius) $\alpha/4\pi R\alpha$	a_o	5.2917706 (44)	0.82	10^{-11} மீ.
13.	கட்டவிழ்ந்த எலக்ட்ரான் (Free electron) g காரணி அல்லது போர் மாக்னட்டானில் எலக்ட்ரானின் காந்தத் திருப்புத் திறன்	$\frac{g_e}{2} = \frac{\mu_e}{\mu_B}$	1.0011596567 (35)	0.0035	
14.	கட்டவிழ்ந்த மியூஆன் g காரணி அல்லது மியூஆன் காந்தத் திருப்பு திறன் $\frac{eh}{4\pi m_\mu}$ அலகில்	$\frac{g_\mu}{2}$	1.00116616 (31)	0.31	
15.	போர் மாக்னட்டான்	μ_B	9.274078 (36)	3.9	10^{-24} ஜூல்/டெ$^{-1}$
	தகவு $\frac{eh}{4\pi m_e}$	γ_p	2.6751987 (75)	2.6	10^8 வி$^{-1}$ டெ$^{-1}$
16.	புரோட்டான் ஜைரோ காந்தத்தகவு				
17.	புரோட்டான் காந்தத் திருப்புத் திறனுக்கும் போர் மாக்னட்டானுக்கும் உள்ள தகவு	$\frac{\mu_p}{\mu_B}$	1.521032209 (16)	0.011	10^{-3}

தொடர்ச்சி

வரிசை எண்	மாறிலிகள்	குறியீடு	எண்மதிப்பு *	துல்லியத்திலிருந்து விலக்கம்	அலகுகள்
18.	எலக்ட்ரான் காந்தத் திருப்புத் திறனுக்கும் புரோட்டான் காந்தத் திருப்புத் திறனுக்கும் உள்ள தகவு	$\frac{\mu_e}{\mu_p}$	658.2106880 (66)	0.010	
19.	அணுக்கரு மாக்னட்டானில் புரோட்டான் காந்தத் திருப்புத் திறன்	$\frac{\mu_p}{\mu_N}$	2,7928456 (11)	0.38	
20.	அணுக்கரு மாக்னட்டான் $\frac{eh}{4\pi m_p}$	μ_N	5.050824 (20)	3.9	10^{-27} ஜூல் டெ$^{-1}$
21	மியூஆன், புரோட்டான் காந்தத் திருப்புத் திறனுக்குள்ள தகவு	$\frac{\mu_\mu}{\mu_p}$	3.1833402 (72)	2.3	
22.	மியூஆன் நிறைக்கும் எலக்ட்ரான் நிறைக்கும் உள்ள தகவு	$\frac{m_\mu}{m_e}$	206,76865 (47)	2.3	
23.	மியூஆன் நிலைநிறை	m_μ	1.883566 (11)	5.6	10^{-28} கி.கிராம்.
24.	எலக்ட்ரானின் காம்ப்டன் அலை நீளம் $\frac{h}{m_e c}$	λc	2.4263089 (40)	1.6	10^{-12} மீ.
25.	ஈர்ப்பு மாறிலி	G	6.6720 (41)	6,15	10^{-11} மீ$^{-3}$ வி$^{-2}$ கி.கி$^{-1}$

* அடைப்புக் குறிக்குள் அமைந்துள்ள எண், பரிந்துரைக்கப்பட்ட மதிப்பின் கடைசி இரு எண்களுக்குத் திருத்தமாக அமையும். பட்டியலிலுள்ள அனைத்து அளவீடுகளும் கார்பன் 12 தனிமத்தின் ஒருங்கிணைந்த அணு நிறை அடிப்படையில் அமைந்தவையாகும்

தெரிவு செய்யப்பட்ட சில அடிப்படை மாறிலிகளின் பரிந்துரைக்கப்பட்ட மதிப்புகள் 1973, 1969 ஆண்டுகளில் சரிசெய்யப்பட்ட முறையில் பட்டியல் 2இல் இடம் பெறுகின்றன.

பட்டியல்—2

வ.எண்	மாறிலிகள்	1973இல் சரிசெய்யப்பட்ட மதிப்புகள் (விலக்கல் 10^{-6})	1969இல் சரிசெய்யப்பட்ட மதிப்புகள் (விலக்கல் 10^{-6})	'69-'74 மதிப்புகளின் வேறுபாடு 10^{-6}	1963இல் சரிசெய்யப்பட்ட மதிப்புகள் (விலக்கம் 10^{-6})	'63-'73 மதிப்புகளின் வேறுபாடு 10^{-6}	அலகுகள்
1.	α^{-1*}	137.03604 (11) 0.82	137.03602 (21) 1.5	+0.15	137.0388 (6) 4.4	−20	—
2.	c	1.6021892 (46) 2.9	1,6021917 (70) 4.4	−1.6	1,60210 (2) 12	+56	10^{-19}
3.	h	6.626196 (36) 5.4	6.626196 (50) 7.6	−3.0	6,62559 (16) 24	+88	10^{-34} ஜூல்-வி
4.	m_e	9.109534 (47) 5.1	9.109558 (54) 6.0	−2.6	9.10908 (13) 14	+50	10^{-31} கி.கி.
5.	N_A	6.022045 (31) 5.0	6.022169 (40) 6.6	−21	6.02252 (9) 15	−79	10^{-26} கி.மோல்
6.	$\frac{\mu_p}{\mu_N}$	2.7928456 (11) 0.38	2.792782 (17) 6.2	+23	2.79276 (2) 7.2	+34	
7.	F	9.648456 (27) 2.8	9.648670 (54) 5.5	−22	9.64870 (5) 5.2	−25	10^{7} கூலூம் /கி.மோல்

* α-ன் மதிப்பிற்குப் பதிலாக அதன் தலைகீழ் மதிப்பு முழு எண்ணில் தரப்பட்டிருக்கிறது.

ஜோசப்சன் விளைவு அளவீட்டினால் மாற்றம்

தனி வெப்ப நிலைச்சுழிக்கு அருகே மின் கடத்திகள் மின்தடைத் தன்மையை இழந்து விடுவதால் ஆற்றல் இழப்பின்றி மின்னோட்டம் நிகழ வாய்ப்புள்ளது. இந்நிலையில் மின் கடத்திகள் மிகைக் கடத்திகள் (Super Conductors) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இரு மிகைக் கடத்திகள் 10^{-9} மீட்டர் அளவு தடிப்புள்ள ஒரு மின் கடத்தாப் பொருளினால் பிரிக்கப்பட்டு, அவற்றிற் கிடையே V வோல்ட் மின் அழுத்தம் நிலையாக அமைந்தால், மின் கடத்தாப் பொருளின் ஊடாக மிகைக் கடத்திகளுக்கிடையே γ அதிர்வெண் உடைய ஒரு மாறுதிசை மிகைக் கடத்து மின்னோட்டம் (Super Conducting Current) நிகழும். இது ஜோசப்சன் விளைவு எனப்படும். இதில் $\gamma = \frac{2e}{h}$ V. இவ்விளைவின் கண்டுபிடிப்பைத் தொடர்ந்து 1967 இல் இயற்பியல் அறிவியலார் $\frac{2e}{h} = \frac{\gamma}{V}$ என்ற மதிப்பை அதுவரை கண்டிராத அளவிற்கு மிகத் துல்லியமாக அளந்தறிந்தனர். $\frac{2e}{h}$ அளவீட்டினின்றும் நுண்ணமைவு மாறிலி α-வை நுண்மையாக அளவிடப்பட்ட மற்ற அடிப்படை மாறிலிகளின் துணையுடன் மற்ற வழிகளில் (Indirect methods) மிகத் துல்லியமாக அளவிட்டனர். குவாண்டம் மின்னியக்கவியலின் அனைத்துக் கணித வருவிகளிலும் α-ஆனது அடிப்படை மாறிலியாக அமைந்துள்ளது. இதுகாறும் குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் அமைந்த ஆய்வுகள் மூலமாக α-வின் மதிப்பு துல்லியமாகக் கணக்கிடப்பட்டது. ஆனால் ஜோசப்சன் விளைவின் வழியாகக் கணக்கிடப்பட்ட α-வின் மதிப்பு குவாண்டம் மின்னியக்கக் கோட்பாடுகளுக்கு முற்றிலும் மாறுபட்ட வழிமுறையாகும். எனவே இயற்பியலில் ஒரு பிரிவைச் சேர்ந்த மாறிலியின் மதிப்பை வேறு பிரிவில் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டு ஒப்புமைப் படுத்திக் காண்பதால் இயற்பியல் அடிப்படைக் கொள்கைகளின் தன்-முரண்பாடின்மை மேலும் உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு குவாண்டம் மின்னியக்கவியலில் வருவிக்கப்பட்ட கோட்பாடுகள் நுண்மம் மிக்கவை என்று உறுதிப்படுத்தப்பட்டன. 1967 ஆம் ஆண்டிலேயே அய்ட்ரஜனின் அதி நுண்வரிப் பிளவுகளைப் (Hyper fine splitting of hydrogen) பற்றிய ஆய்வுகளிலும் ஜோசப்சன் விளைவினால் மாற்றம் ஏற்பட்டது. அய்ட்ரஜன் மேசரைப் (Maser) பயன்படுத்திச் செய்யப்பட்ட ஆய்வு மூலம் அய்ட்ரஜன் அதி நுண்வரிப் பிரிவு ஓராயிரம் கோடியில் ஒரு பங்கு (10^{-12}) துல்லியமாக அளவிடப்பட்டது. மாறாகக் குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் கோட்பாடுகளின் மூலம் வருவிக்கப்பட்ட அதி நுண் வரிப் பிரிவுக்கான சமன்பாட்டில் α முதற் கொண்டு துல்லியமாகக் கணக்கிடப்பட்ட பல மாறிலிகள் அமைந்திருந்தாலும் அளவீட்டுத் துல்லியம் பத்து நூறாயிரத்தின் சில பங்குகளாகவே அமைந்தது. இதற்குக் காரணம் சமன்பாட்டில் அமைந்துள்ள சில மாறிலிகளின் மீச்சிறு அளவு குறைவாக இருப்பதேயாகும். மாறிலிகளில் ஒன்று புரோட்டான் மின் தள விளைவுத் திருத்தம், δN (Proton Polarisability constant) எனப்படும். அய்ட்ரஜன் அணுவிலுள்ள புரோட்டான் தனக்கென்று ஓர் உள்ளமைப்பைப் பெற்றிருப்பதை விளக்குவதற்குப் புரோட்டான் மின் தள விளைவுத் திருத்தம் வருவிக்கப்பட்டது. மேலும் கணித வாயிலாக δNஇன் எண் மதிப்பு பத்து நூறாயிரத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு பகுதிகள் எனக் கணக்கிடப்பட்டது. 1967 இல், டியூட்ரேனியம் நுண்ணமைவு வரிப்பிரிவுகளை ஆய்வகத்தில் அளவிட்டதன் பேரில், ஒத்துக் கொள்ளப்பட்ட αவின் மதிப்பைக் கொண்டு அய்ட்ரஜனின் அதி நுண்ணமைவு வரிப் பிரிவுகளைக் கணக்கிட்டனர். இம்முடிவுகளை அய்ட்ரஜன் மேசர் அளவீட்டோடு ஒத்திட்டுப் பார்க்கையில், δN-இன் மதிப்பு பத்து நூறாயிரத்தில் 43 ± 9 பகுதிகளாகக் ($43 \pm 9 \times 10^{-6}$) காணப்பட்டது. அதாவது δN-இன் மதிப்பு இருபதாயிரத்தில் ஒரு பகுதி வேறுபடுகிறது. இது முற்றிலும் தவறான, முரண்பட்ட முடிவாகும். மாறாக, ஜோசப்சன் விளைவில் பெறப்பட்ட $\frac{2e}{h}$ மதிப்பினின்றும் வருவிக்கப்பட்ட α வின் மதிப்பைப் பயன்படுத்திய போது, δN-இன் எண் மதிப்பு பத்து நூறாயிரத்தில் 2.5 ± 0.4 பகுதிகள் அமைந்திருப்பது காணப்பட்டது. இது மிகச்சிறந்த முடிவாகும். அணுக்கரு இயற்பியல் கொள்கை முடிவுகள் மிகை ஆற்றல் வாய்ந்த கருவிகளைக் (High energy accelerators) கொண்டு ஆராயும் இயற்பியல் பகுதியைச் சார்ந்தவையாகும். ஆனால் அணுக்கரு இயற்பியலைச் சாராத தாழ் வெப்பநிலையில் திண்ம நிலை இயற்பியல் பிரிவில் (Low temperature solid state physics) ஆய்ந்தறிந்த முடிவுகள் அணுக்கரு இயற்பியல் கொள்கைகளை மெய்ப்பித்து நிலை பெறச் செய்கின்றன. இது இயற்பியலின் பல பிரிவுகளுக்கிடையே அமையும் ஒருமித்த தன்மையை உறுதிப்படுத்துவதாகும்.

மீச்சிறு இருமடி முறை (Least square method)

இம்முறை குறிப்பிட்ட சில மாறிலிகளின் தொகுப்புகளுக்கும், அதுதொடர்பான மாற்றுக் காரணிகளுக்கும் (Conversion factors) இடையே அமைந்த சிக்கலான தொடர்புகளை எடுத்துக் காட்டுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட மாறிலி நேரடியாகவோ வேறு முறையிலோ மற்ற துல்லியமாகக் கணக்கிடப்பட்ட மாறிலிகளைக் கொண்டு அளவிடப்படலாம். இவ்வாறு நேரடி அல்லது வேறு முறைகளில் கிடைத்த எண் மதிப்புகள் ஓரளவு ஒத்த மதிப்பைக் கொண்டிருந்தால் இவற்றினின்றும் மீச்சிறு இருமடி முறையில், மாறிலியின் எதிர்பார்க்கப்படும் உண்மை மதிப்பிற்கு மிகத் துல்லியமான எண் மதிப்பைப் பெறமுடியும். மீச்சிறு இருமடி முறைகள் 1920-க்குப் பிறகு ஆர். டி. பிரிட்ஜ் என்பவரால் தொடங்கப்பட்டன.

இ. க.

நூலோதி

Tata-McGraw - Hill *Encyclopaedia* of Science and Technology-1977

அணு, மூலக்கூறு மோதுகை

மோதுகை (Collision) என்னும் சொல், பொதுவாக ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளோடு மோதி விலகி ஓடுவதைக் குறிக்கும். ஆனால், இயற்பியலில் மோதுகை என்று சொல்லும்போது அது இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டு மோதி விலகி ஓடுவதை மட்டும் குறிப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் ஆல்ஃபா - துகள் (Alpha particle) ஓர் அணுக்கருவை நோக்கிச் செல்லும் போது அத்துகளானது அணுக் கருவைத் தொடாமலே சிதறி ஓடிவிடக்கூடும். இதற் கும்மோதுகை என்றுதான் பெயர். ஆகையால் இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றையொன்று அணுகி, தொட்டோ தொடாமலோ, சிதறி ஓடும் நிகழ்ச்சியை மோதுகை என்று சொல்லலாம்.இந்த மோதுகையில் ஒரு பொருளின் நிலை இன்னொரு பொருளின் நிலை யில் மாற்றம் செய்கிறது. அப்பொழுது பொது வாக ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு ஆற்றல் பரிமாற்றம் (Transfer) ஏற்படக்கூடும்.

விறை பொருள் இயக்கவியலில் (Rigid body dynamics) இரண்டு பொருள்களுக்கிடையே நிகழும் மோதுகை பற்றிப் படிக்கும்பொழுது அவை ஒன்றை யொன்று இடித்து விலகுகின்றன எனப் பார்க்கிறோம். அப்பொழுது அவை இடித்து நிற்கும் அந்தச் சிறிய நேரத்தில் மட்டுமே அவற்றிற்கிடையே விசை (Force) செயல்படுகின்றது.இந்த விசை அப்பொருள்கள் ஒன்றை யொன்று தொட்டு இடிப்பதால் தோன்றும் இயக்க விசை ஆகும். இந்த மோதுகையில் மொத்த உந்தம் (Momentum) மாறுவதில்லை. அதாவது மோதுகைக்கு முன்னர் இருக்கும் மொத்த உந்தம் மோதுகைக்குப் பின்னர் இருக்கும் மொத்த உந்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

விறை பொருள்களுக்கிடையே மட்டுமின்றி அணுத் துகள்கள், அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் முதலியவற்றிற் கிடையேயும் மோதுகைகள் நிகழ்கின்றன. இந்த மோதுகைகளில் மோதும் பொருள்களுக்கிடையே செயல்படும் விசை வேறு வகையைச் சேர்ந்தது. ஓர் ஆல்ஃபா - துகள் ஓர் அணுக்கருவில் மோதுகை கொண்டு சிதறுகிறது என்றால், இந்தச் சிதறலுக்கு, அணுக் கருவிற்கும் ஆல்பா - துகளுக்குமிடையே செயல் படும் மின்னிலையியல் (Electrostatic) விசையே காரணம் ஆகும். ஒரு நியூட்ரான் துகள் ஒரு புரோட் டான் துகளில் மோதுகை கொண்டு சிதறும்பொழுது இந்தச் சிதறலுக்குக் காரணமாக அமைவது நியூட் ரானுக்கும் புரோட்டானுக்கும் இடையே செயல்படும் அணுக்கரு (Nuclear) விசை ஆகும். ஆகையால் அணுத் துகள்கள், அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றுக் கிடையே நிகழும் மோதுகைகளை ஆராய்வதன் வாயி லாக அவற்றுக்கிடையே செயல்படும் விசைகளின் தன்மைகளை அறியலாம். ஆனால் இந்த மோதுகை களுக்குச் சிறப்பாகப் பயன்படுவது குவாண்டம் இயக்க வியல் (Quantum machanics) ஆகும். ஆயினும் இயற் பியல் பழங்கொள்கைகளிலும் பெரும்பாலானவை இந்த மோதுகைகளுக்குப் பொருந்துகின்றன.

மோதுகை வகைகள்: மோதுகை, பொதுவாக இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. ஒன்று மீள் (Elastic) மோதுகை; மற்றொன்று மீளா (Inelastic) மோதுகை. முதல்வகை மோதுகையில், மோதும் துகள்களின் இயக்க ஆற்றல் மாறுவதில்லை. அதாவது, மோதும் துகள் களின் மொத்த இயக்க ஆற்றல் மோதுகைக்கு முன்ன ரும் பின்னரும் ஒரே அளவாக இருக்கும். ஆனால் இரண்டாவதான மீளா மோதுகையில், மோதும் துகள் களின் இயக்க ஆற்றல் மோதுகைக்கு முன்னரும் பின்ன ரும் மாறுபட்டிருக்கும். விறை பொருள் இயக்கவியலில் நிகழக்கூடிய மீளா மோதுகைகளில், மோதும் பொருள்களின் இயக்க ஆற்றலில் எப்பொழுதும் குறை வே ஏற்படும். குறைவுபடும் இந்த ஆற்றல், மோது கையின்போது வெப்பமாக மாறி மறைந்துவிடும். விறை பொருள் இயக்கவியலில் மோதுகைக்குப் பின்னர் ஆற்றல் அதிகரிக்கும் சூழ்நிலைகளும் உண்டு. எடுத்துக் காட்டாக, ஒரு குறிப்பிட்ட மோதுகையில், வேதியியல் வினை ஒன்று தூண்டப்பட்டு வெடித்தல் (Explosion) நிகழுமானால் அதில் ஆற்றல் அதிகரிக்கும். அணுக்கரு, அணு, மூலக்கூறு மோதுகைகளில் இத்துகள்கள் தாழ்ந்த ஆற்றல் நிலைகளிலிருந்து உயர்ந்த ஆற்றல் நிலைகளுக்குக் கிளர்வுற்று உயரும் வாய்ப்பு உள்ளது. அப்பொழுது இவற்றின் ஆற்றல் அதிகரிக்கும். இவ்வாறு மீளா மோதுகைகளில் ஆற்றல் அதிகரிப்பதோ குறை வதோ இயலுவதாகும்.

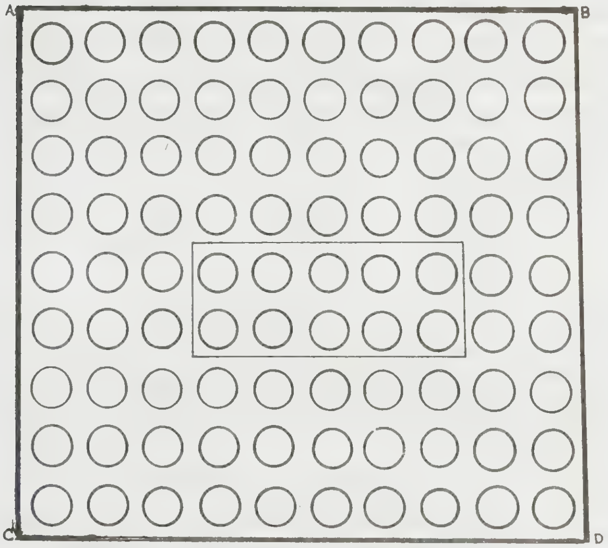
அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழும் மோதுகைகளில் கதிர்வீச்சு வெளிப்படுவதும் உண்டு. அத்தகைய மோதுகைகளுக்குக் கதிர்வீச்சு மோதுகை கள் (Radiative Collisions) என்று பெயர். மற்றவை கதிர்வீசா (Non-radiative) மோதுகைகள் எனப்படும். சில மூலக்கூறுகள் மோதுகையுறும் பொழுது அவற்றில் உள்ள அணுக்களின் அமைவிடங்களில் மாற்றங்கள் ஏற்படக்கூடும். பொதுவாக, எந்த ஒரு மோதுகை யிலும் சிதறல் (Scattering) ஏற்படுகிறது. அதாவது, மோதுகைக்கு உள்ளாகும் துகள்களின் இயக்கத்திசை களில் மோதுகை காரணமாக மாற்றங்கள் ஏற்படு கின்றன.

ஒரு மோதுகையில் பல அமைப்புகள் (Systems) பங்கு கொள்ளக் கூடும். இரண்டு அமைப்புகள் மோதுகை யுறுவதால், மோதுகைக்குப் பின்பு இரண்டுக்கு மேற் பட்ட அமைப்புகளும் உருவாகலாம். இத்தகைய

நிலைகளில், எல்லா அமைப்புகளையும் தனித்தனியே கருத்தாக ஆராய வேண்டும்.

சிதறல் குறுக்குவெட்டு (Scattering cross section)

ஒரு மெல்லிய பொருட்படலத்தின் மீது ஒரு துகள் கற்றை விழுவதாகக் கொள்வோம். அக்கற்றையில் உள்ள சில துகள்கள் சிதறல் அடையாமல் நேர் பாதையில் செல்லும்; வேறு சில துகள்கள் சிதறல் அடைந்து திசைமாறிச் செல்லும். இவ்வாறு சிதறல் அடைந்து செல்வதற்கோ சிதறல் அடையாமல் செல்வதற்கோ உரிய வாய்ப்புக்கூறு என்ன என்பதைக் குறிக்கும் சொல் தான் 'குறுக்கு வெட்டு' (Cross section) எனப்படுகிறது. குறுக்குவெட்டு என்றால் என்ன என்பதை மேலும் தெளிவாகப் புரிந்துகொள்ளக் கீழ்க்காணும் விளக்கம் உதவும்.



படம் 1. படலத்தில் விழும் துகள் கற்றைக்குக் கிடைக்கும் இலக்குப் பரப்பு

படத்தில் உள்ள ABCD என்ற சதுரம் ஒரு மெல்லிய பொருட்படலம். அதனுள் உள்ள ஒவ்வொரு சிறிய வட்டமும் ஓர் அணுக்கருவைக் குறிக்கிறது. சதுரத்தின் உள்ளே காணும் நீள் சதுரப் பரப்பில் ஒரு துகள் கற்றை மோதுவதாகக் கொள்வோம். இத்துகளுக்கு இலக்குப் பரப்பாக (Target area) அமைபவை இந்த அணுக்கரு வட்டங்களாகும். இந்தப் பரப்பைக் குறுக்குவெட்டு எனலாம். துகள்கள் இந்தப் பரப்பிற்குள் விழுந்தால் அவை சிதறல் அடைகின்றன. பரப்பிற்கு வெளியே விழுந்தால் சிதறல் அடையாமல் இலக்கினூடே நேராகச் செல்லுகின்றன. ஆயினும், குறுக்குவெட்டு என்பதை அணுக்கருவின் பருமன் என்றோ திட்ட வட்டமானதொரு வட்டப்பரப்பு என்றோ கொள்வது சரியாகாது. இந்த வட்டப் பரப்பிற்குள் துகள் விழுந்தால் அது சிதறல் அடைகிறது என்பதால் இந்தப் பரப்பு அதிகமானால் துகளானது சிதறல் அடைவதற்கான வாய்ப்புக்கூறு அதிகமாகிறது எனக் கொள்கிறோம். ஆகையால், குறுக்குவெட்டு என்பது துகள் சிதறல் அடைவதற்கான வாய்ப்புக்கூறை அளவிட உதவும் ஓர் அளவு எனக்கொள்ளலாம். சிதறல் என்று இங்கு குறிப்பிடுவது ஓர் எடுத்துக் காட்டேயாகும். இதுபோலவே, துகள் உட்கவர்ச்சி, துகள் வெளியேற்றம் போன்ற வேறுபல நிகழ்ச்சிகளுக்கும் அவற்றிற்கான குறுக்குவெட்டுகள் உண்டு.

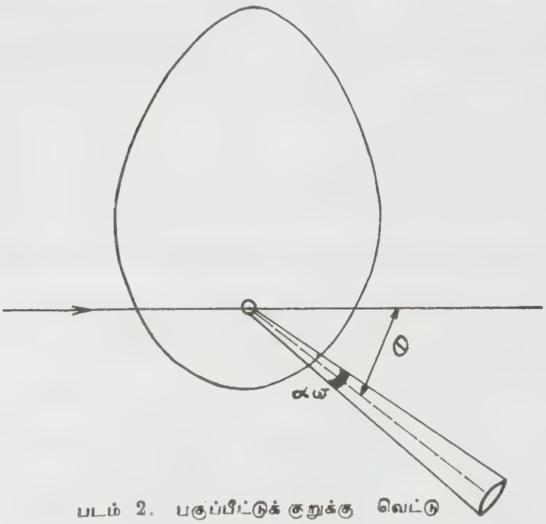
ஒரு மெல்லிய படலத்தினூடே ஒரு துகள் செல்லும் போது அது சிதறல் அடைவதற்கான வாய்ப்புக்கூறு,

$$-\frac{dN}{N} = \frac{(nA\,dx)\sigma}{A} = n\sigma\,dx$$

இதில் $-dN$ என்பது சிதறல் அடைந்த துகள்களின் எண்ணிக்கை; N என்பது இலக்கில் விழும் துகள்களின் எண்ணிக்கை; n என்பது இலக்கில் ஓர் அலகுக் கன அளவில் (Unit volume) உள்ள அணுக்கரு எண்ணிக்கை; dx என்பது படலத் தடிமன்; A என்பது இலக்கின் மீது துகள்கற்றை விழும் பரப்பு. மேலே உள்ள சமன்பாட்டிலிருந்து இலக்கின் கடிமன் (dx) குறையக் குறையச் சிதறல் வாய்ப்புக்கூறு($-\frac{dN}{N}$) குறைகிறது என்பதை அறியலாம். இலக்குப் படலத்தின் தடிமன் மிகக் குறைவாக இருந்து, அதில் சிதறல் அடையும் துகள்களின் எண்ணிக்கை அதன் மீது விழும் துகள்களின் எண்ணிக்கையோடு ஒப்பிடும்போது மிகக் குறைவாக இருந்தால், சிதறல் வாய்ப்புக்கூறைக் கணக்கிட மேலே உள்ள சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். மாறாக, இலக்கின் தடிமன் அதிகமாக இருந்தால், இந்தச் சமன்பாட்டினைத் தொகுப்பீடு (Integration) செய்து, $N_{sc} = N_o(1 - e^{-n\sigma x})$ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இதில் N_{sc} என்பது சிதறல் அடைந்த துகள்களின் எண்ணிக்கை; N_o என்பது இலக்கில் விழும் துகள்களின் எண்ணிக்கை; x என்பது இலக்கின் தடிமன். செய்முறைகளில் N_o, N_{sc} ஆகியவற்றைத் தெரிந்து குறுக்குவெட்டைக் (σ) கணக்கிட முடியும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட இலக்கின்மீது ஒரு துகள் கற்றை விழும்போது அதில்எத்துணைத்துகள்கள் சிதறல் அடைகின்றன என்பதை மேலே விளக்கிய குறுக்குவெட்டைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். ஆனால் அந்த விளக்கத்திலிருந்து இந்தத் துகள்கள் சிதறிச் செல்லும் திசைகளை அறிவதற்கு வழியில்லை. இதனை அறிய, பகுப்பீட்டுக் (Differential) குறுக்குவெட்டு என்ற கருத்து பயன்படுகிறது.

படத்தில் உள்ள பெரிய வட்டம் மொத்தக் குறுக்குவெட்டைக் (σ) குறிக்கிறது. அதில் ஒரு மிகச்சிறிய வட்டத்தை $d\sigma$ எனக் குறிக்கிறோம். முனைவாக்கம் (Polarisation) பெறாத ஒரு துகள் கற்றை இந்தச் சிறிய வட்டத்திற்குள் மோதினால் அது $d\omega$ என்னும் திண்



படம் 2. பகுப்பீட்டுக் குறுக்கு வெட்டு

கோணத்தில் (Solid angle) சிதறல் அடைகிறது. இந்தத் திண்கோணம் சிதறல் கோணத்தை மையம் கொண்டு அமையும். $d\omega$ என்னும் இந்தத் திண் கோணம் $\sin\theta\, d\theta$ — க்குச் சமம் ஆகும். இதில் θ என்பது சிதறல் கோணம். இந்த முறையில் பகுப்பீட்டுக் குறுக்குவெட்டு, $\frac{d\sigma(\theta)}{d\omega}$ என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. இந்த விளக்கத்தின் அடிப்படையில் சிதறல் மையத்தி லிருந்து (Scattering centre) $\triangle\omega$ என்னும் ஏதாவது ஒரு திண்கோணத்தில் சிதறல் அடையும் துகள்களின் எண் ணிக்கை,

$$\triangle N_{sc}(\theta) = N_o\, n x\ \frac{d\sigma(\theta)}{d\omega} \triangle\omega$$

பகுப்பீட்டுக் குறுக்குவெட்டுக்கும் மொத்தக் குறுக்கு வெட்டுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு,

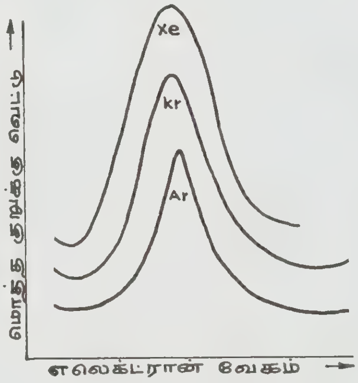
$$\sigma = 2\pi \int_{o}^{\pi} \frac{d\sigma(\theta)}{d\omega} \sin\theta\, d\theta \text{ என்பதாகும்.}$$

எலெக்ட்ரான் அணு மோதுகை

அணுக்களோடு எலெக்ட்ரான்கள் மோதுகையுறும் நிகழ்ச்சி ஓர் அடிப்படையான மோதுகை நிகழ்ச்சி யாகும். இது கோட்பாட்டு (Theoretical) முறையிலும் செய்முறையிலும் மிகவும் தெளிவாக ஆராயப்பட் டுள்ளது. இம்மோதுகை நிகழ்ச்சி பலவகைப்படும் (1) மீள் மோதுகை: இதில் மோதுகையுறும் பொருள் களுக்கிடையே ஆற்றல் பரிமாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. மோதுகையுறும் துகளின் ஆற்றல் மோதுகைக்கு முன்னரும் பின்னரும் ஒரே அளவாக இருக்கும். (2) மீளா மோதுகை: இதில் அணுக்கள் கிளர்ச்சி அடைந்து (Excited) மேல் ஆற்றல் நிலைகளுக்குச் செல் கின்றன. (3) அயனியாக்க மோதுகை (Ionisation collision): இதில் அணு அயனியாக்கப்படுகிறது. 4) எலெக்ட்ரான் பிடிபடல் (Capture): இதில் அணுக்களால் எலக்ட்ரான் உட்கவரப்பட்டு அணு ஓர் எதிர் மின்னூட்ட அயனி ஆகிறது. இதில் கதிர்வீச்சும் நிகழ்கிறது.

எலெக்ட்ரான்-அணுமோதுகை: மொத்தக் குறுக்குவெட்டு

மேலே கூறிய பலவகையான மோதுகைகளில் எந்த மோதுகை நிகழ்வதற்கு அதிக வாய்ப்புக் கூறு உள்ளது என்பது சிறப்பாக இரண்டு காரணிகளைப் பொறுத்த தாகும். அவை, எலெக்ட்ரான் ஆற்றலும் எலெக்ட் ரான் மோதுகையுறும் அணுவின் தன்மையுமாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட அணுத் திரளில் மோதுகையுறும் பொழுது மேலே கூறப்பட்ட பலவகை மோதுகைகளும் நிகழ்வதற் கான வாய்ப்புக்கூறுகள் உள்ளன. ஆனால் இந்த வாய்ப் புக்கூறுகள் ஒருவகை மோதுகைக்கு அதிகமாகவும் மற் றொரு வகை மோதுகைக்குக் குறைவாகவும் இருக்கக் கூடும். இந்த வாய்ப்புக்கூறுகளை $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \ldots\ldots$ என்ற குறுக்கு வெட்டுக்களைக் கொண்டு குறிப்பிட் டால், இந்த மோதுகைக்கான மொத்தக் குறுக்கு வெட்டு $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \ldots\ldots$ என்று ஆகும்.



படம் 3. மூன்று வகையான அணுக்களில் எலக்ட்ரான் வேகத்தைப் பொறுத்து மொத்தக் குறுக்குவெட்டு மாறும் தன்மை.

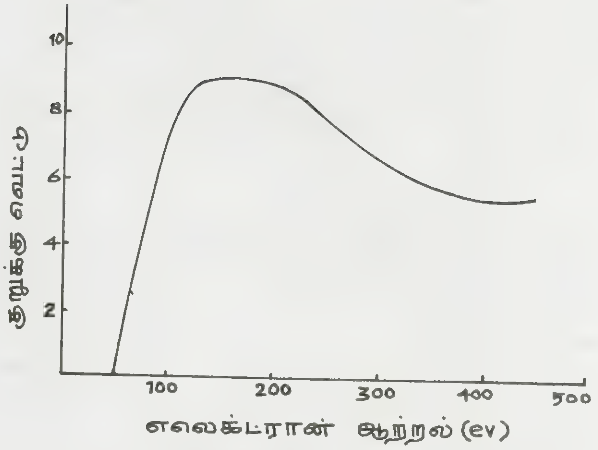
படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள மூன்று வரைகோடுகள் ஆர்கான் (Argon), கிரிப்டான் (Krypton), செனான் (Xenon) ஆகிய மூன்று வேறுபட்ட அணுக்களுக்கு உரியவை. குறைந்த வேகம் கொண்ட எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்களில் மோதுவதால் நிகழக்கூடிய பல வகை மோதுகைகளின் மொத்தக் குறுக்குவெட்டு எலக்ட்ரான் வேகத்தைப் பொறுத்து எவ்வாறு மாறுகிறது என்பதை இந்த வரைகோடுகள் காட்டுகின்றன. இந்த அணுக் களில் மோதுகையுறும் எலெக்ட்ரான்களின் வேகம் (அல்லது ஆற்றல்) ஒரு குறைந்த அளவிலிருந்து சிறிது சிறிதாக அதிகரிக்கும் போது மொத்தக் குறுக்குவெட்டும் அதிகரித்து ஒரு பெரும மதிப்பை அடைந்து பின்னர் குறைகிறது. ஆக, மொத்தக் குறுக்குவெட்டானது ஒரு குறிப்பிட்ட எலெக்ட்ரான் ஆற்றலுக்குத்தான் பெரும மாக இருப்பதை அறிகிறோம். அதோடு, ஒரு குறிப் பிட்ட எலெக்ட்ரான் ஆற்றலுக்கு உரிய மொத்தக் குறுக்குவெட்டின் மதிப்பு அணுக்களின் அணு எண்

அதிகரிக்கும் பொழுது தானும் அதிகரிக்கிறது என்பதையும் வரைகோடுகள் காட்டுகின்றன. ஆகையால், குறைந்த ஆற்றல் எலக்ட்ரான்-அணு மோதுகையைக் கருதும் போது மோதுகையின் மொத்தக் குறுக்கு வெட்டு, எலெக்ட்ரான் ஆற்றலையும் அணுக்களின் அணு எண்ணையும் பொறுத்தது என்பதை அறிகிறோம்.

மீள் மோதுகையும் மீளா மோதுகையும்

குறைந்த வேக எலெக்ட்ரான்களைப் பொறுத்த வரையில் மீள் சிதறல்தான் மிகவும் அடிப்படையானது. இந்தச் சிதறல் சிறிதும் உருக்குலையாத அணுப் புலத்தில் நிகழ்வது. இந்த நிகழ்ச்சிக்கான குறுக்கு வெட்டைக் குவான்டம் கோட்பாட்டைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம். இந்த நிகழ்ச்சியில் எலக்ட்ரான் பரிமாற்றம் (Exchange) ஏற்படலாம். அதோடு, மோதுகை நிகழும் போது அணுக்கள் முனைவாக்கம் பெறவும் வாய்ப்பு உள்ளது. இந்த இரண்டு நிகழ்வுகளுக்கும் ஏற்றபடி குவான்டம் கோட்பாட்டின் சரியான மாற்றங்கள் மேற்கொள்ளப் படுகின்றன. அணுக்கள் முனைவாக்கம் அடையும் போது அதன் விளைவாக, குறைந்த சிதறல் கோணங்களில் சிதறல் அளவு அதிகரிக்கிறது.

கதிர்வீச்சு இல்லாத மீளா மோதுகைகள் பலவகையான செய்முறைகளின் வாயிலாக ஆராயப்பட்டுள்ளன. இவ்வகை மோதுகையில் அணுக்கள் உயர்ஆற்றல் நிலைகளுக்குக் கிளர்வூட்டப்படுகின்றன. இந்தக் கிளர்வாற்றல் நிலைகள் ஒளியியல் (Optical), மின்னியல் (Eectrilcal) முறைகளில் செய்முறைகள் வாயிலாக ஆராயப்படுகின்றன. இந்தச் செய்முறைகளில் எலெக்ட்ரான்கள், குறைந்த அழுத்த வளிமங்களினூடே செலுத்தப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள், வளிமங்களின் அணுக்களில் மீளா மோதுகையுறும் பொழுது அணுக்கள் ஆற்றல் பெற்று உயர் ஆற்றல் நிலைகளுக்குக் கிளர்வு அடைகின்றன. அதன் பின்பு அவை பழைய ஆற்றல் நிலைகளுக்குத் திரும்பும் பொழுது ஒளி அலைகள் வெளியிடப்படுகின்றன. இந்த அலைகளின் ஆற்றலை அளந்து அணுக் கிளர்வுத் தன்மைகளை அறிகிறோம். இது ஒளியியல் வழிமுறையாகும். எலெக்ட்ரான்கள், வளிம அணுக்களின் ஊடே செல்லும் போது அவற்றில் ஒரு பகுதி அணுக்களுக்கு ஆற்றலைக் கொடுத்துக் குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை இழக்கின்றன. இந்த மோதுகையில் அணுக்கள் கிளர்வுற்று உயர் ஆற்றல் நிலைகளுக்குச் செல்லுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சியில், ஆற்றல் இழந்துவரும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையையும் அவை இழந்த ஆற்றல் அளவுகளையும் கணக்கிட்டு அதன் மூலம் மீளா மோதுகையில் அணுக்கள் கிளர்வுறும் தன்மையை அறியலாம். இது மின்னியல் வழிமுறையாகும்.

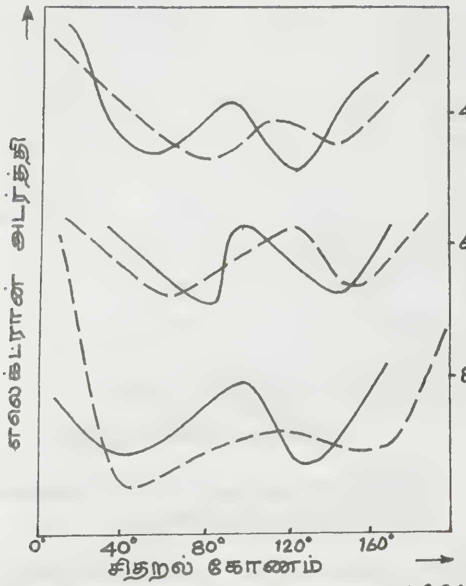


படம் 4. எலெக்ட்ரான் ஆற்றலுக்கும் மீளா மோதுகைக் குறுக்கு வெட்டுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு

மேலே உள்ள படம் மீளா மோதுகைக் குறுக்கு வெட்டுக்கும் எலக்ட்ரான் ஆற்றலுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட எலக்ட்ரான் ஆற்றலுக்கு இந்தக் குறுக்குவெட்டு பெரும அளவாக உள்ளது. எலக்ட்ரான் ஆற்றல் இதைவிட அதிகம் ஆகும்போது குறுக்குவெட்டு குறைகிறது. மீள் மோதுகை அல்லது மீளா மோதுகைகளில், எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் குறைவாக இருக்கும்பொழுது, அணுக்களில் மோதிச் சிதறிவரும் எலக்ட்ரான்களின் அடர்த்தியானது சிதறல் கோணத் திசையில் அலைவடிவம் போல் பெரும-சிறும அமைப்புகளைக் (Maxima and minima) கொண்டு உள்ளன. இருவகை மோதுகைகளிலும் இந்தப் பெரும-சிறும அமைப்புகள் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. மீள் மோதுகையில் அணுக்கள் எலக்ட்ரான் அலைகளில் உண்டாகக்கூடிய அலை முறிவு (Diffraction) காரணமாக இந்தப் பெரும-சிறும அமைப்பு உண்டாகிறது. மீளா மோதுகைகளில் எலெக்ட்ரான் அலைகளில் அணுப்புலம் உண்டு பண்ணும் உருத்திரிபு (distortion) காரணமாக இந்த அமைப்பு உருவாகிறது.

அயனியாக்க மோதுகை

சில மோதுகைகளில் எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்களை அயனியாக்குகின்றன (Ionise). இந்த அயனியாக்க மோதுகைச் செய்முறைகளில் குறைந்த அழுத்த வளிமங்களினூடே எலெக்ட்ரான்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் வளிமங்களின் அணுக்களில் மோதி அவற்றை அயனியாக்குகின்றன. இந்த அயனியாக்கங்களில், அணுக்கள் அவற்றில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களில் ஒன்றை இழந்து, நேர் மின்னூட்ட அயனிகளாக (Positive ions) மாறுகின்றன. இந்த அயனிகளின் எண்ணிக்கையைச் செய்முறைகள் வாயிலாகத் துல்லியமாகக் கணக்கிடமுடியும். இந்தச் செய்முறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றல் கொண்ட



படம் 5. சிதறல் கோணத் திசையில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியின் அலை வடிவ மாற்றம். 40, 60, 80 எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் நிலைகள். எலக்ட்ரான்கள் மூன்று வேறுபட்ட ஆற்றல்களைக் குறிக்கின்றன.

எலெக்ட்ரான் கற்றை பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும், இந்தக் கற்றை வளிமத்தூடே செல்லும் தொலைவும் துல்லியமாக அளந்தறியப்படுகிறது. ஆக, எலெக்ட்ரான் கற்றையின் ஆற்றல், அது வளிமத்தூடே செல்லும் தொலைவு, அதன் போக்கில் உருவாகும் அயனிகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றைக் கொண்டு அயனியாக்க மோதுகைகள் ஆராய்ந்தறியப்படுகின்றன. இந்த மோதுகையில் அணுக்களிலிருந்து ஒன்று, இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் அகற்றப்படலாம். அப்பொழுது இந்த அயனிகளில், ஒன்று, இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நேர்மின்னூட்டங்கள் ஒட்டியிருக்கும். பொருண்மை அலைமாலை வரைவிகளைக் (Mass spectrographs) கொண்டு இத்தகைய அயனிகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடலாம். இந்த எண்ணிக்கையிலிருந்து ஒற்றை அயனியாக்கம், இரட்டை அயனியாக்கம் முதலிய வெவ்வேறு அயனியாக்க மோதுகைகளுக்கான வாய்ப்புக் கூறுகளைக் (Probabilities) கணக்கிடலாம்.

எலெக்ட்ரான் பிடிபடல் (Capture)

அணுவோடு மோதுகையுறும் எலெக்ட்ரான், அணுவில் பிடிபட்டு அணுவானது ஓர் எதிர் மின்னயனியாக மாறுவது மிக அரிதாக நிகழும் நிகழ்ச்சியாகும். இதன் குறுக்குவெட்டு சுமார் 10^{-21} சதுர சென்டிமீட்டருக்கும் குறைவாகும். இந்த வகை மோதுகை குறித்து மிகச் சில செய்முறைகளே மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

எலெக்ட்ரான்-மூலக்கூறு மோதுகை

இரண்டு அல்லது, இரண்டுக்கு மேற்பட்ட அணுக்கள் ஒன்றாக இணைந்திருப்பது மூலக்கூறு எனப்படும். ஒரு மூலக்கூறுக்குப் பொதுவாக மூன்று இயக்கங்கள் உள்ளன. அவை இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம் (Translational motion), அதிர்வு இயக்கம் (Vibrational motion), சுழல் இயக்கம் (Spin motion) என்பனவாகும். இவற்றில் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம், மூலக்கூறானது ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு இடம்பெயர்ந்து செல்வதைக் குறிக்கும். இது மூலக்கூறு அறிவியலில் அவ்வளவு சிறப்பான இயக்கமன்று. ஆனால், மற்ற இரண்டு இயக்கங்களும் அடிப்படையானவை. அவற்றை ஆராய்வதன் வாயிலாக மூலக்கூறு பற்றிய பல உண்மைகளை அறியலாம். அதிர்வு இயக்க ஆற்றலும் சுழல் இயக்க ஆற்றலும் குவான்டம் ஆக்கப்பட்டவை. அதாவது, ஒரு மூலக்கூறு அதற்குக் கிடைக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டு வெவ்வேறு தனித்தனியான (Discrete) ஆற்றல் அளவுகளில் அதிர்வுறவோ அல்லது சுழலவோ செய்யும். ஆகையால் ஓர் எலெக்ட்ரான் ஒரு மூலக்கூறோடு மோதுகையுறும்பொழுது மூலக்கூறு கிளர்வுற்று உயர்ந்த அதிர்வாற்றல் நிலைக்கும் சுழல் ஆற்றல் நிலைக்கும் செல்லக்கூடும். அல்லது அந்த மூலக்கூறு இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட துண்டுகளாக உடையவும் செய்யலாம். இத்துண்டுகள் மின் நடுநிலைத் துண்டுகளாகவோ அயனிகளாகவோ (Ions) அமையலாம்.

மின்புலத்தில் வைக்கப்படும் வளிமங்களின் ஊடே எலக்ட்ரான்களைச் செலுத்தி, வளிமங்கள் வழியாக ஊடுருவி வரும் எலக்ட்ரான்களின் சராசரி ஆற்றலைக் கணக்கிட்டு அதன் வாயிலாக எலெக்ட்ரான் மூலக்கூறு மோதுகைகளில் மூலக்கூறுகள் அதிர்வாற்றல் கிளர்வு அல்லது சுழல் ஆற்றல் கிளர்வு அடைவதை அறிய முடியும். மூலக்கூறுகள் அதிர்வாற்றல் கிளர்வு அடைவதற்கான வாய்ப்புக்கூறு ஒரு விழுக்காடு ஆகும். ஆனால் மின் இருமுனை (Electric dipole) அல்லது மின் நான்முனைப் (Electric quadrapole) பண்பினை நிலையாகக் கொண்டிருக்கும் மூலக்கூறுகளில் சுழல் ஆற்றல் கிளர்வு நிகழ்வதற்கான வாய்ப்புக்கூறு இதைவிட மிகவும் அதிகம் ஆகும்.

சுமார் 100 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டு பல்வேறு மூலக்கூறுகளில் மோதுகைகள் நிகழ்த்தி அவை நேர் அயனிகளாக உடைபடும் தன்மைகள் விரிவாக ஆராயப்படுகின்றன. இதற்குப் பொருண்மை அலைமாலை வரைவி பயன்படுகிறது. ஹைட்ரோகார்பன்கள் போன்ற பல்வேறு தொழிலக வளிமங்களை (Industrial gases) ஆராய இந்த முறை மிகவும் சிறந்தது. எலெக்ட்ரான் மூலக்கூறு மோதுகைகளில் எதிர் அயனித் துண்டுகளும் (Negative ions) உண்டாகின்றன. கீழ்க்காணும் நிகழ்ச்சியை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

$$AB + e^- \longrightarrow A + B^-$$

இதில் AB என்பது மூலக்கூறு; e^- என்பது எலெக்ட்ரான். இம்மோதுகையில் மூலக்கூறானது A என்றும் B

என்றும் இரண்டு அணுக்களாக உடைபடுகிறது. இதில் B^- என்பது எதிர் அயனியாக அமைகிறது. எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுகளுக்குள் இருக்கும் போது ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு (O_2), கார்பன் மோனாக்சைடு (CO) மூலக்கூறுகளில் இத்தகைய வினை நிகழ்கிறது. இந்த வினை நிகழ்வதற்கான குறுக்கு வெட்டு 10^{-18} முதல் 10^{-21} சதுரசென்டி மீட்டர் வரை இருக்கும். எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மிகக் குறைவாக இருக்கும் பொழுது SF_6 போன்ற பலவணு மூலக்கூறுகள் (Polyatomic molecules) இந்த எலெக்ட்ரான்களை உட்கவர்ந்து, உடைபடாமலே எதிர் அயனிகளாக மாறுகின்றன. எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் போதிய அளவு அதிகமாக இருக்கும் பொழுது மூலக்கூறு நேர் அயனி, எதிர் அயனித் துண்டுகளாக உடைபடவும் வாய்ப்பு உண்டு.

அணு மூலக்கூறு மோதுகைகள்

மோதுகையுறும் இரண்டு பொருள்களும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளாக இருப்பின் அத்தகைய மோதுகையில் மீள் சிதறல், கிளர்வுறுதல், அயனியாக்கம் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் நிகழக்கூடும். மோதுகையுறும் பொருள்களின் ஆற்றல் போதிய அளவு அதிகமாக இருந்தால் மீளாச் சிதறலும் நிகழலாம். அப்பொழுது மோதுகையுறும் பொருள்களில் ஒன்றோ இரண்டுமோ கிளர்வு அடையக்கூடும். இவை தவிர, இடமாற்று (Transfer) மோதுகைகள் எனப்படும் வினைகளும் நிகழ்வதற்கு வாய்ப்பு உண்டு.

மீள் சிதறல்

ஓர் அணுவோடு மற்றோர் அணு மோதுகை கொள்ளும்போது அந்த மோதுகையின் மீள் சிதறல் குறுக்கு வெட்டைக் கணக்கிட முடியும். இதில் இந்த இரண்டு அணுக்களுக்கிடையே உள்ள இடைவினையை (Interaction) நிலையானதாகக் (Static) கொள்ளவேண்டும். அப்பொழுது இச்சிதறல் நிலையான விசைப்புல மையத்தில் உண்டாகும் சிதறலாக எளிமை அடையும். மிகச் சிறிய சிதறல் கோணம், மிகக் குறைந்த சார்பு வேக ஆற்றல் ஆகிய நிலைகள் தவிர, மற்ற நிலைகளுக்கான பகுப்பீட்டுக் குறுக்குவெட்டைப் பழைய இயக்கவியலைக் (Classical mechanics)கொண்டே கணக்கிடலாம்.இந்த வகைச் சிதறலில் மிகச் சில செய்முறைகள் மட்டுமே செய்யப்பட்டுள்ளன. ஆனால் நேர் அயனி ஓட்டம் (Mobility), வளிமங்களின் விரவல் கெழுக்கள் (Diffusion coefficients) முதலியவற்றைக் கணக்கிடும் செய்முறைகளில் இந்தச் சிதறல் பற்றிய பயனுள்ள பல செய்திகள் மறைமுகமாகக் கிடைக்கின்றன.

கிளர்வுறுதலும் அயனியாதலும்

ஒரு நேர் அயனி அல்லது எலெக்ட்ரான் ஓர் அணுவோடு மோதுகையுறுவதாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது அந்த அணுவின் சார்பு வேகமானது (v)அதன் உள்ளே இயங்கும் எலெக்ட்ரான்களின் வேகத்தைவிட (u) அதிகமாக இருந்தால் (v>u) அந்த அணுவில் நேர் அயனி மோதுகையின் கிளர்வுக் குறுக்குவெட்டும் எலக்ட்ரான் மோதுகையின் கிளர்வுக் குறுக்குவெட்டும் சமமாக இருக்கும். அயனியாக்க மோதுகைக்கும் இந்த உண்மை பொருந்தும்.

இந்த மோதுகையில் v<u என்றால், நேர் அயனி மோதுகையில் நிகழும் கிளர்வு அல்லது அயனியாக்கக் குறுக்குவெட்டு குறைவாக இருக்கும், அதோடு v குறையக் குறைய இந்தக் குறுக்குவெட்டு வேகமாகக் குறையும். இந்தச் சார்புவேக முறைகளில் அயனிகளைக் காட்டிலும், மின் நடுநிலை அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் அதிகமான குறுக்குவெட்டைத் தர வல்லவை. இவற்றைப் பொறுத்தவரையில் v குறையும்போது குறுக்கு வெட்டு பொதுவாகக் குறைகிறது. இந்த விதிக்கு விலக்குகள் இருக்கலாம். இத்துறை இன்னும் முழுமையாக ஆராயப்படவில்லை.

இடமாற்று மோதுகைகள்

இடமாற்று மோதுகைகளுக்குக் கீழ்க்காணும் வினைகள் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

$$A' + B \longrightarrow A + B'$$

$$A' + B \longrightarrow A + B^+ + e^-$$

இவற்றில் பொருள்களுக்கு இடப்பட்டுள்ள மேற்கோடு (Dash) பொருளின் கிளர்வு நிலையைக் குறிக்கிறது. ஆக, இந்த இரண்டு வினைகளும் கிளர்வுநிலை இடமாற்று வினைகளாகும். இன்னுமோர் எடுத்துக்காட்டு:

$$\overset{\pm}{A} + B \longrightarrow A + \overset{\pm}{B}$$

இதில் + அல்லது − குறிகள் நேர் அல்லது எதிர் மின்னூட்டத்தைக் குறிக்கின்றன. இது மின்னூட்ட இடமாற்று வினையாகும்.

மின்னூட்ட இடமாற்று மோதுகையைச் செய்முறை வாயிலாக ஆராய முடியும். ஒரு சீரான ஆற்றல் கொண்ட அயனிக் கற்றையை ஒரு வளிமத்தின் ஊடே பாய்ச்சி அதனால் உண்டாகும் குறைவேக நேர் அயனி மின்னோட்டத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட பாதை நீளத்திற்குள் அளந்து இந்த ஆய்வைச் செய்யலாம். ஆனால், கிளர்வுநிலை இடமாற்றம் பற்றிய செய்திகளை அறிய நேரடியான செய்முறைகள் இல்லை. இந்தச் செய்திகளை வேறுபல செய்முறைகளிலிருந்து மறைமுகமாகத்தான் பெறவேண்டும்.

ஓர் இடமாற்று மோதுகையில் இரண்டு அணுக்கள் பங்கு கொள்ளும்போது அவற்றின் வெளி இயக்கத்திற்கும் (Translational motion), உள்ளியக்கத்திற்கும் (Internal motion) இடையே ஆற்றல் பரிமாற்றம் ஏற்படக்கூடும். இடமாற்று மோதுகையின் குறுக்குவெட்டு

இந்தப் பரிமாற்ற ஆற்றலின் அளவைப் (△E) பெரிதும் பொறுத்துள்ளது.

நேர் அயனிக்கும் மின் நடுநிலை அணுவிற்கும் இடையில் நிகழக்கூடிய மின்னூட்ட இடமாற்று மோதுகைகளுக்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகள்;

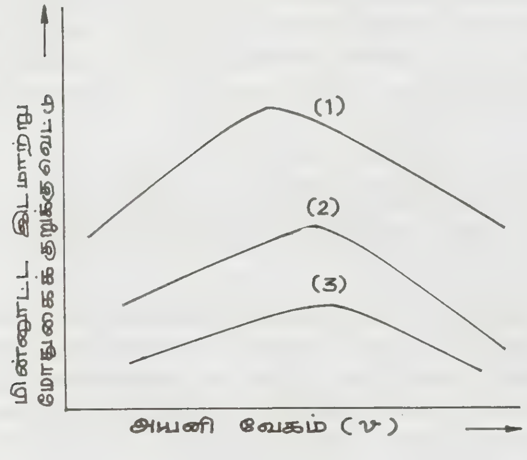
(1) $O^{+} + K_r \longrightarrow K_r^{+} + O + 0.43$ ev

(2) $B_r^{+} + X_e \longrightarrow X_e^{+} + B_r - 0.28$ ev

(3) $C^{+} + X_e \longrightarrow X_e^{+} + C - 0.86$ ev

இவற்றில் + குறியிடப்பட்டவை நேர் அயனிகள். குறியேதும் இடப்படாதவை மின்நடுநிலை அணுக்கள். ஒவ்வொரு மோதுகையின் இறுதியிலும் பரிமாற்ற ஆற்றல் அளவுகள் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் eV அலகில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இந்த மோதுகைகளில் அயனி வேகத்திற்கும் மின்னூட்ட இடமாற்று மோதுகைக் குறுக்குவெட்டுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு கீழே உள்ள வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6 அயனி வேகத்திற்கும் மின்னூட்ட இடமாற்ற மோதுகைக் குறுக்குவெட்டுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு. மோதுகையின் பரிமாற்ற ஆற்றல் குறையும்போது குறுக்குவெட்டுக் குறைகிறது.

தொடக்கத்தில் அயனிவேகம் அதிகரிக்கும்போது குறுக்குவெட்டும் அதிகரிக்கிறது. அது ஒரு பெரும அளவை அடைந்த பின்னர் குறையத் தொடங்குகிறது. (1), (2), (3) ஆகிய வரைகோடுகள் முறையே, மேலே தரப்பட்டுள்ள (1), (2), (3) ஆகிய வினைகளைக் குறிப்பவை. இவ்வினைகளில் பரிமாற்ற ஆற்றல் தொடர்ந்து குறைவதால் அவற்றிற்குரிய குறுக்குவெட்டுகள் ஒன்றைவிட மற்றொன்று குறைவாக உள்ளன. பொதுவாக,

$$\frac{2\pi a(\triangle E)}{h\nu} \approx 1$$

என்று ஆகும்பொழுது இந்தக் குறுக்குவெட்டு பெரும அளவை அடைகிறது. இதில் 'a'' என்பது அணுப் பருமன் அளவுள்ள ஒரு நீளம்; △E என்பது பரிமாற்ற ஆற்றல் அளவு; h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி, ν என்பது அயனியின் சார்பு வேகம். கிளர்வுநிலை இடமாற்ற மோதுகையும் இதுபோன்றதே ஆகும்.

அணு - மூலக்கூறு மோதுகைகளை அடுத்து, அணுக்கரு மோதுகை என்னும் நிகழ்ச்சி உள்ளது. இதில் அணுக்கருக்களும், நியூட்ரான் புரோட்டான் போன்ற அணுக்கருத் துகள்களும் பங்குகொள்கின்றன. இந்த நிகழ்ச்சியில் தோன்றும் அணுக்கரு விசை (Nuclear force) என்பது முற்றிலும் மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்ட ஒரு புதிய விசையாகும். இந்த மோதுகை வேறொரு தனிப்பட்ட தலைப்பின் கீழ் வரும்.

ஆர். இரா.

நூலோதி

1. **McGraw-Hill** *Encyclopedia of Science and Technology*, Mc Graw-Hill Inc. New York 1982.

2. **Berno Graseman**, *Ed. Atomic Inner-Shell Processes*, Vol I & II, Acadamic Press, New York, 1975.

அணுவலு எண்

ஒரு தனிமம் மற்ற தனிமங்களோடு இணைவதைக் குறிக்கும் ஒரு முழு எண் (whole number) அணுவலு எண் (valence number) அல்லது அணுவலு (valence) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இதை இணைதிறன் என்றும் அழைக்கலாம். ஒரு சேர்மத்திலிருக்கும் தனிமங்களின் அணுவலு எண்களைச் சரியாகக் கணக்கிட்டு அந்தச் சேர்மத்தில் உள்ள தனிமங்களின் சரியான அளவுகளைக் கணக்கிடலாம். அய்ட்ரஜனுக்கும் குளோரினுக்கும் அணுவலு எண் 1, ஆக்சிஜனுக்கு 2, நைட்ரஜனுக்கு 3. அணுவலுத் தத்துவப்படி கீழ்க்கண்ட வாய்பாடுகளைச் சேர்மத்தில் இருக்கும் தனிமங்களின் அணுக்கள் சேர்ந்திருக்கும் விகிதப்படி கூறலாம்.

HCl, H_2O, NH_3, Cl_2O, NCl_3, N_2O_3

கனிம வேதிச் சேர்மங்களில் உள்ள ஒவ்வோர் அணுவலு எண்ணுக்கும் நேர் அல்லது எதிர் மதிப்புக் களைக் கொடுத்தாக வேண்டும். இந்த அணுவலு எண் மதிப்புகளைக் கூட்டும்போது அவற்றின் கூட்டுத் தொகை பூஜ்யமாக இருக்கவேண்டும். எதிர் மதிப்புக் கொண்ட அணுவலு எண், முனைவு அணுவலு எண்கள் (polar valence number) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. குளோரினின் அணுவலு எண்ணின் மதிப்பு -1, $+1$, $+3$, $+5$, $+7$ இவற்றில் ஒன்றாக இருக்கலாம். இது குளோரின் எந்தச் சேர்மத்தில் சேர்ந்துள்ளது என் பதைப் பொறுத்தது. கரிம வேதியியலில் முனைவிலா அணுவலு எண்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நூலோதி

1. **Hawley, Gessner G.,** *The Condensed Chemical Dictionary*, 10th Edition, Galgotia Book Source Publishers, New Delhi, 1984.

2. **McGraw-Hill** *Encyclopaedia of Chemistry*, 5th Edition, 1983.

அணுவாக்கல்

காண்க ; நுண்திவலையாக்கி

அணை

இது ஆறுகளிலும் ஓடைகளிலும் ஓடும் நீரைத் (மக்கள் பயன் பெறும் வகையில்) தடுத்து, உயர்த்தித் தேக்க அவற்றின் குறுக்கே கட்டப்படும் கட்டுமானம். மலை களும் பள்ளத்தாக்குகளும் மேடு பள்ளங்களும் சம வெளிகளுமாக நிறைந்த இப்புவியின் பரப்பில் மழை பொழியும்கால் நீர் பெருகி ஆங்காங்கே ஓடைகளிலும், சிற்றாறுகளிலும் ஓடி ஒன்றோடொன்று கலந்து இறுதி யில் கடலுக்குப் போய்ச் சேருகிறது. மழையில்லாத காலங்களில் நீர்ப்பாசனத்திற்கும் குடிதண்ணீருக்கும் பிற பயன்பாடுகளுக்கும் இன்றியமையாத நீரை நாம் தேவையானபோது பெற ஓடும் நீரைத் தேக்கிச் சேமித்து வைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

நீரின் தன்மை. ஓடும் நீர் அதன் வேகத்திற்கேற்ப ஓடும் படுகையை அரித்துத் தேய்த்துவிடும்; பள்ளத் தாக்குகளில் பாயும்போது மண்ணை அரித்து ஆழமான அறுத்தோடிகளை உண்டாக்கிவிடக் கூடும்; அரித்த மண்ணைக் கரைத்தும், கலக்கியும் சுமந்து கொண்டும் ஓடும். பரல்கற்களைத் தன் படுகையிலே உருட்டிக் கடத்திச் செல்லும். சரிவு குறைதல், ஆழங்குறைதல் போன்ற காரணங்களால் நீரின் வேகம் குறையும்போது அரித்துக் கொணர்ந்த பொருள்களை ஆங்காங்கே படியவிட்டுப் பாயும் பாதைகளையே மேடாக்க முயலும்; தேக்கங்களிலும் கொள்ளளவைப் பாதிக்கும் வகையில் மண் படிவுகள் உண்டாக்கும். ஓடும் நீரைத் துல்லியமாகக் கணிப்பது கடினம். ஓடும் நீரின் அளவு நீரின் வேகத்தைப் பொறுத்தது. வேகமோ, படுகை யின் சரிவு, பாயும் நீரின் பரப்பு அகலம், நீரின் ஆழம், படுகையின் தரம், அதாவது நீர் உராய்ந்து பாயும் போது படுகை தரும் எதிர்ப்புத் திறன், இப்படிப் பல, காரணங்களினால் தீர்மானிக்கப்படுவதால் இடத் திற்கு இடம், நொடிக்கு நொடி மாறிக் கொண்டே யிருக்கும். மேலும் நீர் பாய்ந்தோடும் போது ஒரே இடத்தில் ஓட்டத்தைக் கணித்தாலும் நீர்த்துளிகளின் வேகம் ஆழத்தில் மேலிருந்து கீழாகப் புள்ளிக்குப் புள்ளி மாறுபட்டுக் கொண்டே இருக்கும். ஆகையால் நாம் நீரின் வேகத்தைக் குறிக்கும்போது பொதுவாகச் சராசரியைக் கொண்டுதான் கணிக்கிறோம்.

மேற்கூறிய நீரின் சில தன்மைகளை அணையின் வடி வமைப்பை நிர்ணயிக்கும் முன் உணர வேண்டியிருப்ப தால் அவை மேலே விவரிக்கப்பட்டன.

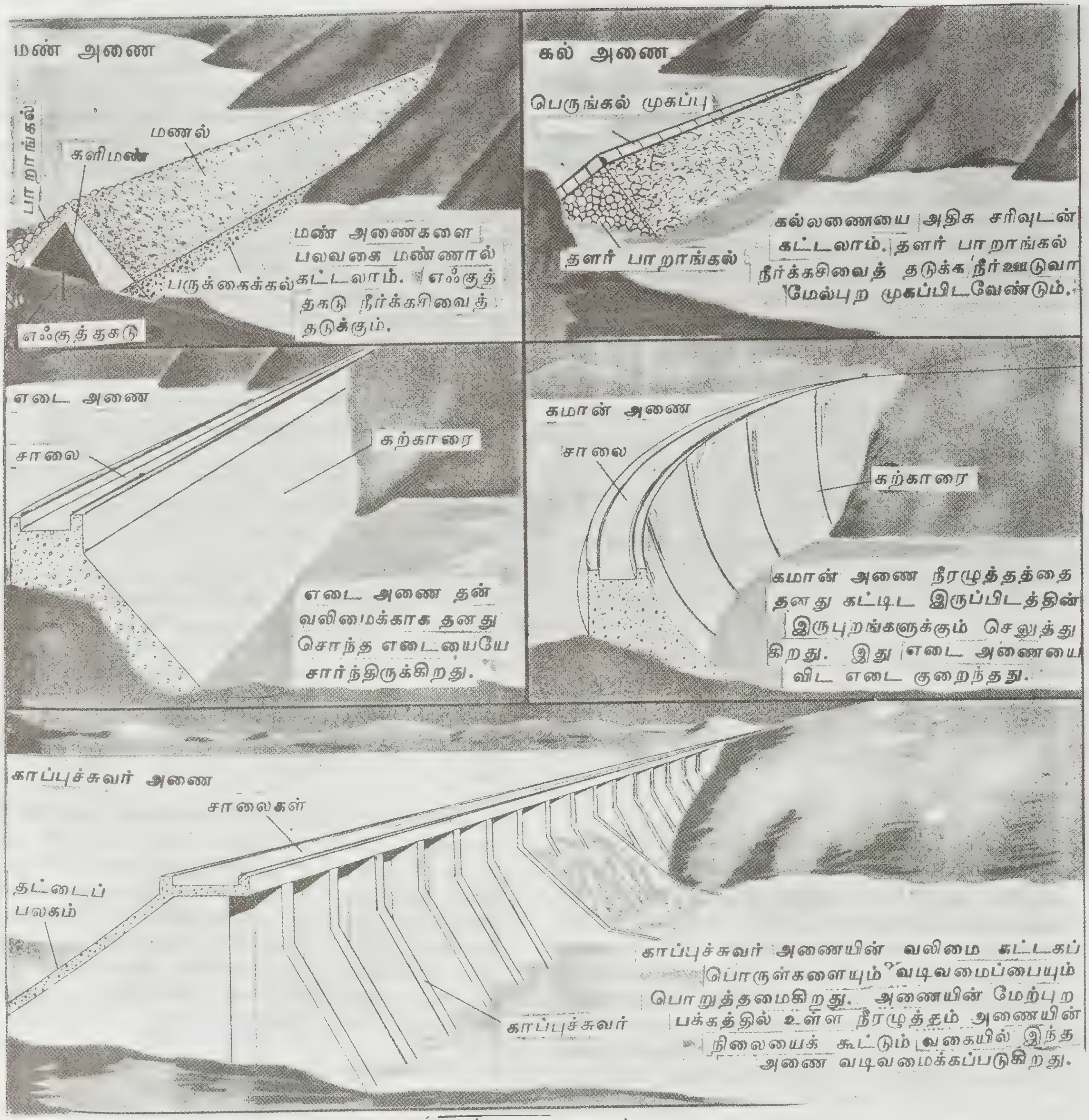
அணைக்களம். ஓர் அணையை அமைக்க முயலும் போது முதற்கண் கவனிக்க வேண்டியது, தகுந்த இடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கக் கருத வேண்டிய கூறுகள் ஆகும்.

1. இயற்கை அமைப்பில் ஆற்றின் இரு மருங்கிலும் மேடான பகுதிகள் இருப்பின் அணையின் நீளமும் பருமனும் குறைவாக அமையும்; செலவினமும் குறை யும்.

2. தேர்தெடுத்த இடத்தில் அணைக்குக் கடைக்கால் அமைக்கத் தகுதியாகப் பாறை மிகுந்த ஆழத்தில் இல் லாமல் மேலேயே கிடைத்தால் அணையின் மொத்த உயரம் குறையும். அதற்கேற்பப் பருமனும் குறைந்து செலவினம் குறையும். துளையிடும் கருவிகளைக் கொண்டு பூமியை ஆங்காங்கே துளைத்து ஆழத்தில் கிடைக்கும் மண் பாறைவகைகளை மேற்கொணர்ந்து ஆராய்ந்தால் தகுதியாகக் கடைக்கால் எங்கு அமையும் என்பதை ஓரளவு அறியலாம்.

3. தேர்தெடுத்த இடத்தில் ஆற்றில் தேக்கி வைக்கப் போதிய நீர் கிடைக்க வேண்டும். பல ஆண்டுகளாக அவ்விடத்தில் பாய்ந்த நீரின் அளவுகளை ஆராய்ந்து மழைக் காலங்களில் எவ்வளவு நீர் தோராயமாகக் கிடைக்கும், எவ்வெப்போது கிடைக்கும் என்று ஓரளவு அறியலாம்.

4. தேர்ந்தெடுத்த இடத்திற்கு மேல் ஆற்றுப்படுகை யின் அமைப்பு நீரைத் தேக்கி, உயர்த்தும்போது மேல் மட்டத்தில் அலகு ஆழத்துக்கு நிறையக் கொள்ளளவு பெறும் வகையில் இருத்தல் நலம். பூமியின் மட்ட அளவுகளை நெருக்கமாக ஆங்காங்கே குறித்துச் சம உயரக் கோடுகளை (Contours) வரைந்து கொள்ளளவு



படம் 1. அணை வகைகள்

கணித்து, நீர்தேக்க ஆழம், தேக்கிய நீரின் பருமன் இவற்றுக்கிடையே உள்ள உறவினை நிறுவலாம்.

5. அணையைக் கட்டுவதற்கு வேண்டிய முக்கிய பொருள்கள் கல், மணல், மண் போன்றவை மிக அருகில் எளிதில் கிடைப்பதாக இருந்தால் செலவு குறையும்.

6. எல்லாவற்றினும் மேலாக தேக்கின நீரைப் பயன் படுத்த நீர்ப்பாசனம் பெறும் நிலங்கள் விவசாயத்திற்குப் பொருத்தமானதும், நீர்வளம் கிடைத்ததும் பயிர் வளம் பெருக்க வாகானதாகவும் அமைய வேண்டும்.

அணை வகைகள்: அணைகள் கட்டடப்பொருள்களை யொட்டிக் கல் அணைகள், கற்காரை அணைகள், மண் அணைகள், மர அணைகள் என்றும், கட்டுமான அமைப்பையொட்டி எடை அணைகள் (Gravity dams), கமான் அணைகள் (Arch dams), முட்டுச் சுவர்

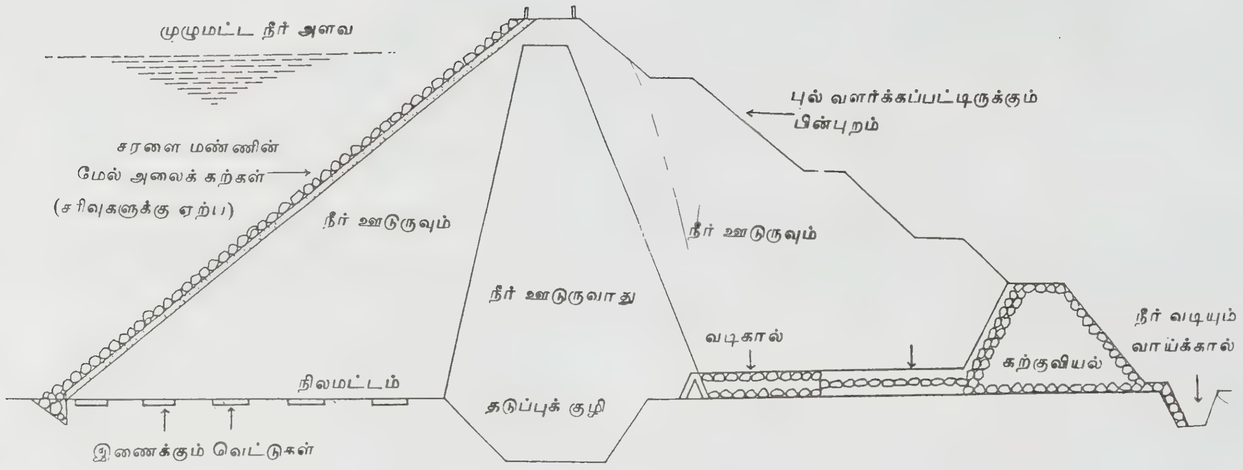
அணைகள் (Buttress dams) என்றும், பயன்பாட்டை யொட்டிப் பாசன அணைகள் (Irrigation dams), மின் நிலைய அணைகள் (Hydel power plant dams), நீர் வழங்கல் அணைகள் (Dams for water supply), பல் நோக்கு அணைகள் (Multi purpose dams), வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு அணைகள் (Flood control dams) எனவும், செயல்பாட்டையொட்டித் தேக்க அணைகள் (Storage dams), வழிதிருப்பு அணைகள் (Diversion works) எனவும் பலவாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

கல்லணை. கருங்கல் கட்டிடத்திற்கு உறுதியான பாறையிலிருந்து பிளந்தெடுக்கப்பட்ட செவ்வரிகளை யும் காலத்தால் அழியக்கூடிய மிருதுவான பாகங்கள் இல்லாத, மேல் பற்று இல்லாத சுத்தமான கல்துண்டு களையும் சேமித்துக் கொண்டு வந்து சேர்க்க வேண்டும். பின் சுத்தமான மணலையும், சிமெண்டையும் தேவைக்குத் தகுந்தபடி நிர்ணயித்த விகிதத்தின்படி கலந்து சாந்தினைக் கொண்டு ஒவ்வொரு கல்லாக இணைத்து ஒவ்வொரு வரியாகக் கட்டி எழுப்பிக் கொண்டே போகவேண்டும். இப்பணிக்குக் கல்தச்சர் கள், சட்டிடத் தொழிலாளிகள், கல் சாந்து கொண்டு சேர்க்கக் கை ஆட்கள் மிகவும் தேவைப்படுவர். ஒவ் வொரு வரியாக (ஒரு வரியில் சுமார் 30 சென்டி மீட்டர் ஏறும்) கீழ்வரி உறுதியான பிறகு (Set) மேல் வரி கட்ட வேண்டியதால் காலமும் கூடுதலாகும். ஆனால் சிமெண்டு உறுதிப்படும் (Set) போது வெளி யேற்றும் வெப்பம் தானாகத் தணிய வாய்ப்புண்டு. கட்டிடத்தை நீரினால் நனைத்துக் கொண்டே இருக்க வேண்டும். 21 நாள் வரை நீரைத் தெளித்துக் கொண்டே இருப்பதால் கட்டிடம் உறுதிப்பட்டு வலு வடையும். கையினால் அமைப்பதால் வேண்டிய உருவமும் நுணுக்கமான வளைவு நெளிவுகளும் முகப்பு களும் கொடுத்துக் கட்டுவது எளிது. வேலையாட்கள் அதிக அளவில் ஈடுபடுவதால் மக்களுக்கு வேலை வாய்ப்பு உண்டு.

கற்காரை அணை. கற்காரையில் அணையை அமைக்கத் திட்டமிட்டால் சில முன் ஏற்பாடுகள் தேவை. வேண்டிய கருங்கல் ஜல்லியும் மணலும் சேகரிக்க வேண்டும். கருங்கல் ஜல்லி மிகுந்த அளவில் வேண்டியிருக்குமாதலால் ஜல்லி உடைக்கும் எந்திரங் களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். பின் கற்காரை கலப்ப தற்கும் எந்திரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஜல்லி, மணல், சிமெண்டு இவற்றைக் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலந்து கற்காரையைத் தயார் செய்து கொண்டே இருக்க ஏற்பாடுகள் செய்ய வேண்டும். இதனை ஆங் கிலத்தில் Batching plant என்று சொல்லுவார்கள். கற்காரை கலந்த பிறகு வெகு விரைவில் அணையின் பகுதிகளுக்குக் கொண்டு சென்று கொட்டி நன்கு அசைக்க வேண்டும். சுமார் ஒரு மணி நேரத்தில் இது முடிக்கப்படவில்லையென்றால் கற்காரை கெட்டிப் படத் தொடங்கி அதன் பிணைப்புத் தன்மையை இழந்து பயன்படாமற்போய்விடும். ஆதலால் கற் காரை கலந்த பிறகு அணையிடத்திற்குக் கொண்டு சேர்க்கத் தகுந்த எடைத்தூக்கிகளையோ வடப் பாதை களையோ பயன்படுத்த வேண்டும். அணையின் வடி வத்திற் கேற்பக் கோப்புச் சட்டங்களை உருவாக்கி அவற்றில் கற்காரையைக் கொட்டி அசைக்க வேண்டும். இச் சட்டங்களைப் பெரும்பாலும் இரும்பினால் அமைத்துத் திரும்பத்திரும்பப் பயன்படுத்தலாம். கற்காரையைக்கொட்டி அதைக் கெட்டிப்படுத்தக் கருவி களும், எந்திரங்களும் தேவை. சட்டங்களில் வார்க்கப் படும் கற்காரை நெளிந்து முழுப்பரிமாணமும் அடைந்து அதனுள் காற்றும் புக இடமில்லாதவாறு கெட்டியாகும் இதற்கு, வார்த்த கற்காரையில் அசக்கி (Vibrator) போன்ற கருவிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

எல்லாவற்றிலும் முக்கியமானது கற்காரை உறுதி யாகும்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தைத் தணிக்க ஏற்பாடு செய்தலாகும். சிமெண்டு நீருடன் சேர்ந்து உறுதியாகும்போது மிகுந்த வெப்பம் வெளிப்படும். அதைத் தகுந்த வகையில் தணிக்காவிட்டால் கற்காரை கட்டிடத்திலேயே பிளவுகள் ஏற்படும். பின் விளைவுகள் மிகக் கேடு பயக்கும். வெப்பத்தை ஆற்றிடப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அதில் மிகச் சுலபமானது கற்காரை வார்ப்படங்களின் அளவுகளை, அதாவது நீள அகல உயரங்களை மிகச் சிறியவையாக வைத்துக் கொண்டு நன்றாக நீரினால் நனைத்துக் கொண்டே இருப்பது. இதனால் வார்படச் சட்டங்களை அதிக அளவில் அளவில் பயன்படுத்த வேண்டிவரும். இடம் மாறிச் சிறிது சிறிதாக ஏற்ற வேண்டுமாதலால் காலமும் கூடு தலாகும். பெரிய அணைகளை அமைக்கும்போது கற் காரை வார்க்கும்போதே அதனூடே குழாய்களைப் பொருத்தி அதன்மூலம் குளிர்ந்த நீர் ஓடிக் கொண்டே இருக்கத் தகுந்த ஏற்பாடுகள் செய்கிறார்கள். குளிர்ந்த நீர் கற்காரை வார்ப்படத்தின் உட்பாகங்களில் ஓடும் போது வெளிப்படும் வெப்பத்தினை ஏற்றுச் சூடாகி வெந்நீராக வெளியாகும். இதை வெப்பம் தணியும் வரை தொடர்ந்து செய்யவேண்டும். பின் அந்தக்குழாய் களைத் தகுந்த முறையில் அடைக்க வேண்டும். இம் முறைகளைக் கையாளுவதில் திறமை வேண்டும். செல வினமும் கூடும். மற்றொருவகை கற்காரை கலக்கும் போதே சல்லியையும், மணலையும் பனிக்கட்டிகள் உறையும் தட்பத்தில் கொணர்ந்து, கலக்கும் இயந்திரத் தில் சேர்த்து வெளிப்படும் கற்காரையும் தட்பத்தில் இருக்கும்போதே சட்டங்களில் வார்க்க ஏற்பாடுகள் செய்வதாகும். இப்படிச் செய்வதால் பின் ஏற்படும் வெப்பம் இந்தத் தட்பக் கற்காரையைச் சாதாரண வெப்பத்திற்குக் கொணரும். இந்த ஏற்பாட்டில் குளிர் பதத்திற்குக் கொண்டு வரவும், தகுந்த வெப்பம் ஏற் படும் வகையில் கணிப்பதற்கும் மிகுந்த திறமை வேண்டும்; செலவும் அதிகமாகும்.

கருங்கல் கட்டிடத்தினால் அமைப்பதை விடக் கற் காரையினால் அணையை அமைப்பதில் பணியாட்



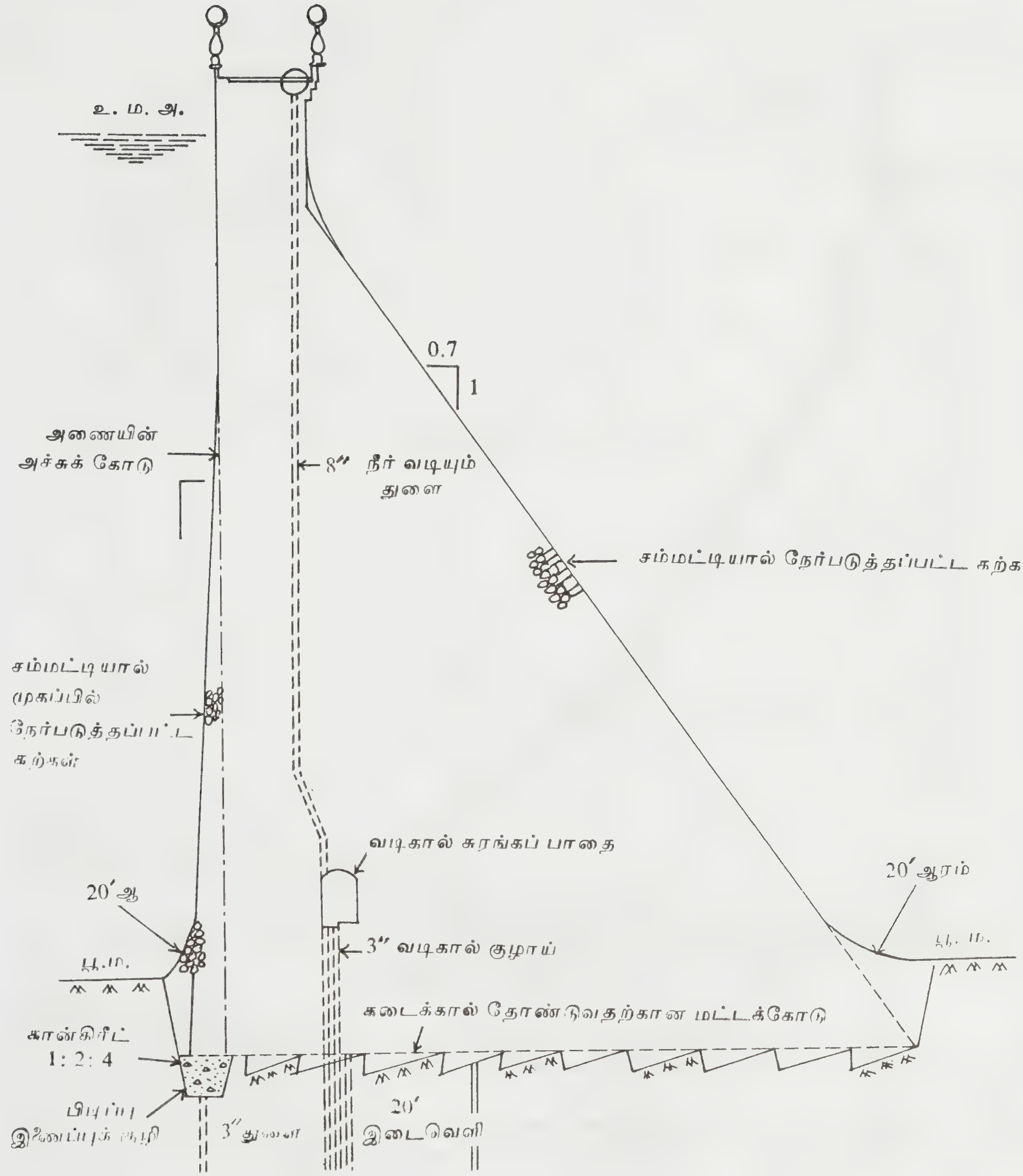
படம் 2. மண் அணையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

களை விட இயந்திர ஆற்றலை அதிகமாகப் பயன்படுத்தவேண்டிய தேவை ஏற்படும். வேலைத்திறனும், நுணுக்சமானதால் விவரம் தெரிந்த பணியாட்கள் தேவைப்படுவர். சாதாரண வேலையாட்கள், கல் தச்சர்கள் வேலைவாய்ப்பு அருகும் பொதுவாக வெப்பம் மிகுந்த நம் நாட்டில் கற்காரை அணை அமைக்க நாம் முன் வருவதில்லை. தமிழ் நாட்டில் இதுவரை கட்டிய 42 அணைகளிலும் கற்கட்டிடமே பயன்படுத்தப்பட்டது. முன்னால் ஏற்பட்ட பெரியாறு அணையையும், மேட்டூர் அணையையும் கற்காரையால் அமைக்க வேண்டுமென்று திட்டமிட்டுத் தொடங்கினாலும் பின் கற்கட்டிடமாகத்தான் செய்து முடித்தார்கள்.

மண் அணை. இக்காலங்களில் 200 மீட்டருக்கும் மேலான உயரத்திற்கும் மண் அணைகள் அமைக்கப் படுகின்றன. தமிழ் நாட்டிலேயே சுமார் 40 மீட்டர் உயரமான மண் அணையைப் பவானிசாகரில் அமைத்திருக்கின்றனர். மிகப் பழங்காலத்தில் அமைக்கப்பட்ட ஆயிரக்கணக்கான ஏரிக் கரைகள் மண் கரைகளே ஆகும். தேக்க வேண்டிய நீரின் ஆழம் அதிகமாகும் போது நீரின் அழுத்த ஆற்றலும் அதனால் ஊடுருவி வெளியாகக் கூடிய திறனும், அலைகளால் மோதி அழிக்கக் கூடிய வலிவும் அதிகமாகிறது. அதற்கேற்ப மண் அணையின் பரிமாணமும் உருவமும் மண் தன்மையும் வடிவமைக்கப்படவேண்டும்.

மண்ணினால் அமைக்கப்படும் கரையை எவ்வளவு அடர்த்தியாக அமைத்தாலும், அதற்குத் தகுந்த தரமான மண்ணைத் தேர்ந்தெடுத்தாலும் அதன் மூலம் நீர் கசிவதைத் தவிர்க்க முடியாது. எத்தகைய மண்ணிலும் சில புரைகள் இருந்தே தீரும். அதன் மூலம் நீர் கசிந்து அழுத்தத்தை உண்டாக்கும். மேலும் கசியும் நீரின் வேகம் தேக்கிய நீரின் உயரத்தைப் பொறுத்தும் மண்ணின் தரத்தைப் பொறுத்தும் அமையும். தேங்கி நிற்கும் நீரின் உயரம் அதிகமாக ஆக ஆக அழுத்தம் அதிகமாகும். எனவே கசியும் நீரின் வேகம் அதிகமாகும். இந்நீர் கரைக்குப் பின்புறம் வெளிப்படும் போது மண்ணையே அரிக்கும் திறன் பெறக்கூடும். சிறிது சிறிதாக அரிப்பதால் மண் கரையே இடிந்து விழுந்து உடையும் வாய்ப்பு ஏற்பட்டு விடலாம். அதனால் மண் அணையை வடிவமைக்கும் போது ஊடுருவிச் செல்லும் நீரின் வேகத்தைக் குறைப்பதற்கும் மண்ணரிப்பைத் தவிர்த்துத் தெளிந்த நீர் மட்டும் வடிந்து போவதற்கும் வழி செய்ய வேண்டும்.

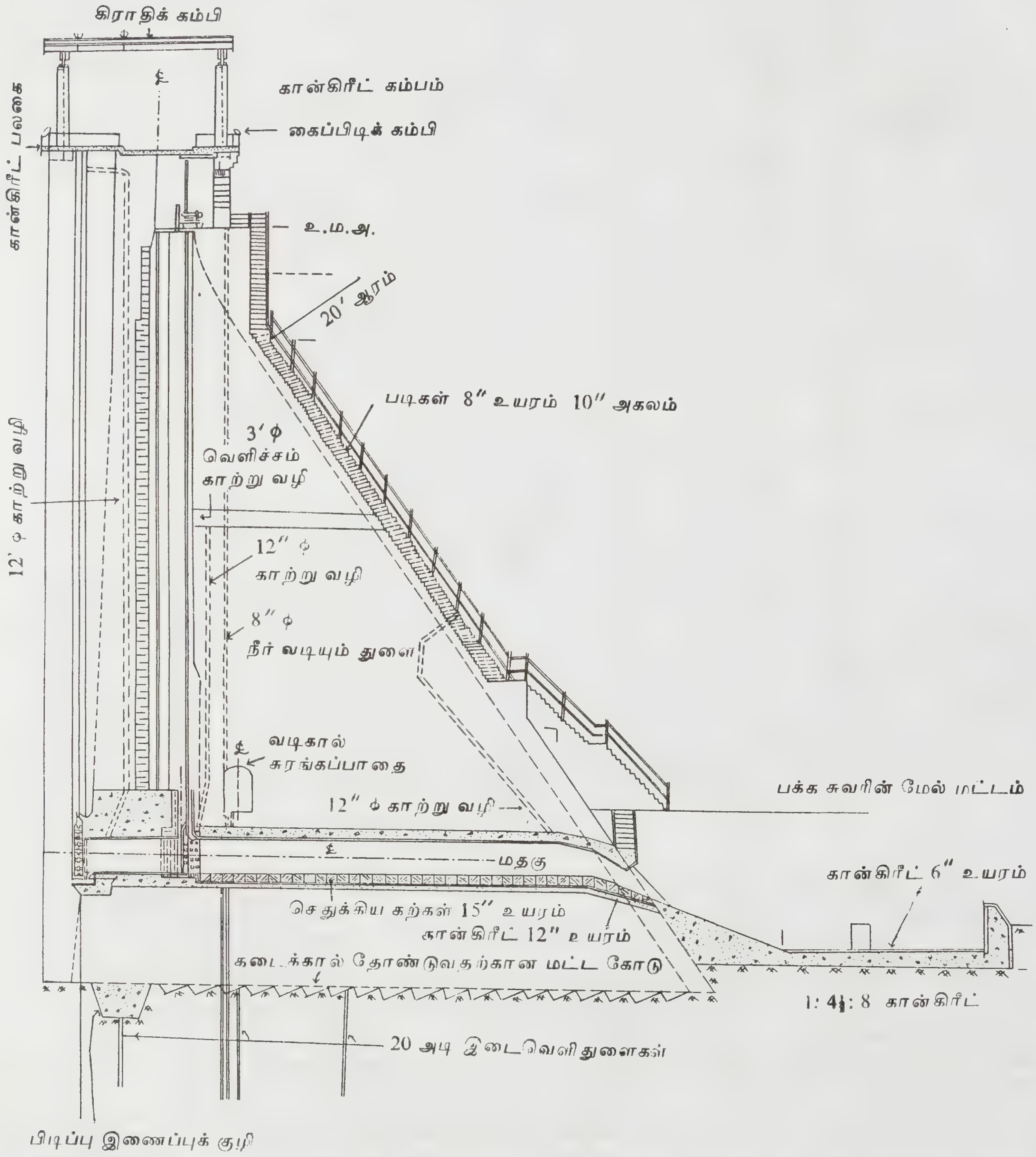
பூமியில் கிடைக்கும் மண் பலவகை. மண் துகள்களின் பரிமாணத்தைப் பொறுத்து சரளை. மணல், வண்டல், களி என அவற்றைப் பிரிக்கலாம். ஆயினும் இயற்கையில் மண் ஒவ்வோர் இடத்திலும் ஒவ்வொரு தன்மையுடையதாக இருக்கும். சரளையோ மணலோ அதிகமாகக் கலந்து காணப்பட்டால் அதில் நீர் எளிதில் ஊடுருவிச் செல்லும். களியும், வண்டலும் அதிகமாகச் சேர்ந்திருப்பின் நீர் கசியும் தன்மை சிறிது குறைவாகும். அத்தகைய மண் நீர் ஊடுருவாத் தன்மையது (Impervious) எனக் கொள்ளப்படும். மண் அணையின் உருவத்தில் நடுப்பாகம் நீர் கசியாத் தன்மை கொண்ட மண்ணும், அதை உள்ளே சார்ந்தாற்போல் மேற்போர்வையாக எளிதில் ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மை கொண்ட மண்ணும், கரையின் பின் புறத்திலேயே கடைக்காலில் கசியும் நீர் தெளிவாகும்வகை வடிகாலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் (படம்-2). மேலும் அணைக்கரையின் முன் பக்கம் அதாவது நீர் தேங்கும்



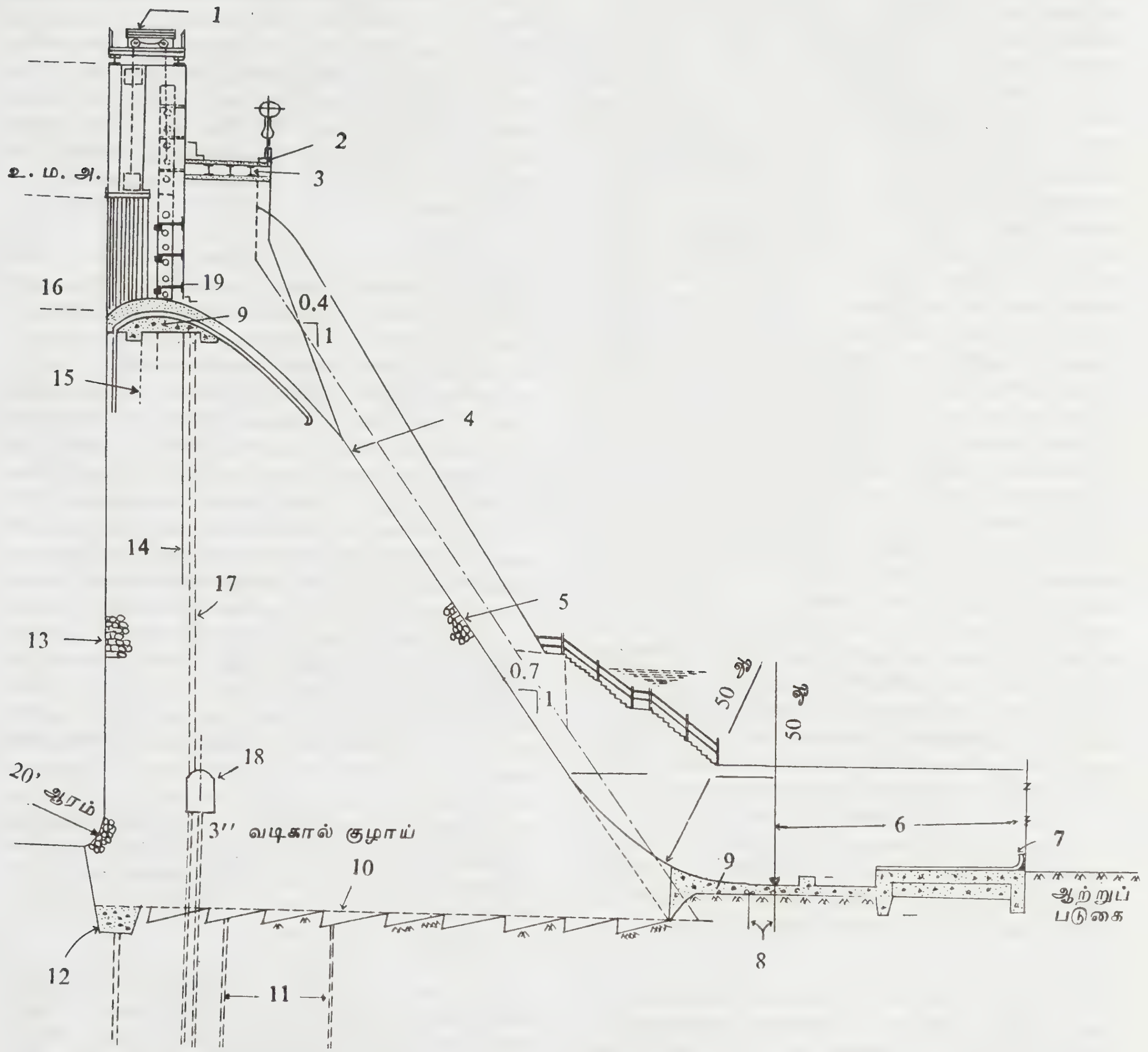
படம் 3. அணையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

பக்கம் பாவு கற்கள் பரப்பப்பட்டிருக்கும். கரையின் பின் புறத்தில் புல் வளர்க்கப்பட்டு மழையினால் கரைச் சரிவுகள் பாதிக்கப்படாமலிருக்குமாறு மழைத் தண்ணீர் சரிவில் ஓட ஆங்காங்கே சிறு வாய்க்கால்களுடன் கட்டப்பட்டிருக்கும்.

அணையின் பகுதிகள்: நீர்த் தேக்கத்தை அமைக்கு ஆற்றன் குறுக்கே கட்டப்படும் அணையில் சில முக்கிய அமைப்புகள் தேவை. வேண்டிய கொள்ளளவிற்குத் தக்க வாறு அணையின் உயரம் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. ஆற்றில் வெள்ளம் வருவதால் நீர், தேக்கம் நிறைந்து



படம் 4, மதகு வழியே அணையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்



1 கப்பி முதலிய இயந்திரங்களின் அமைப்பு 2 கான்கிரீட் பலகை 3 இரும்பு உத்திரம் 4 முட்டை வடிவமைப்பு 5 சம்மட்டியால் நேர்ப்படுத்தப்பட்ட கற்கள் 6 கான்கிரீட் தடைகள் கான்கிரீட் தரை சிதறி முதலியன 7 1'உயரச்சிதறி 8 இரும்புக் கம்பிகள் 9 கான்கிரீட் 1:2:4 10 கடைக்கால் தோண்டு வதற்கான மட்டக் கோடு 11 20' இடைவெளி 12 பிடிப்பு இணைப்புக் குழி 13 சம்மட்டியால் நேர்ப் படுத்தப்பட்ட கற்கள் 14 வழிந்தோடியல்லாத பகுதியின் அச்சுக் கோடு 15 வழிந்தோடியின் அச்சுக்கோடு 16 வழிந்தோடியின் உயர் மட்ட அளவு 17 8''ϕ நீர்வடியும் துளை 18 வடிகால் சுரங்கப்பாதை 19 தூக்கும் பலகை

படம் 5. வழி வாய்ப் பகுதியில் அணையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

பெருகும் போது மிகை நீர் வெளியேற ஓர் அமைப்பு தேவை. இவ்வமைப்பு இடத்திற்கேற்றவாறு வடிவமைக்கப்படுகிறது. சிறு ஏரிகளில் மிகை நீர் வெளிப்படக் கலிங்கல் அமைக்கிறோம். அதேபோல் பெரிய நீர்த் தேக்கங்களிலும் அணையின் ஒரு பாகத்தில் மிகை நீர்ப் போக்கி தேவை. கற்காரை அல்லது கல் அணையில் கட்டிடத்தின் ஒரு பகுதி அணையின் பிறபகுதிகளை விடச் சிறிது தாழ்வாக அமைக்கப்பட்டு மிகைநீர்ப் போக்கியாய்ப் பயன்படுகிறது. இதனை வழிவாய் (Surplus weir) என்பர். வெளியேற்றப்பட வேண்டிய மிகை வெள்ளத்தைப் பொறுத்து வழிவாயின் நீளம் அமையும். இந்த மிகை வெள்ளம் எவ்வளவு என்பது அந்த ஆற்றில் அப்பகுதியில் கடந்த பல வருடங்களாக ஏற்பட்ட வெள்ளப் பெருக்கின் கணக்குகளையும், அப்படுகையில் பல வருடங்களாகப் பெய்த மழையின் அளவுகள், அவற்றால் ஏற்படும் நீரோட்டக் கணக்குகள் முதலியவற்றையும் ஆதாரமாகக் கொண்டு தீர்மானிக்கப்படுகிறது. மிகை நீர்ப் போக்கியின் வடிவமைப்பு அணையின் பாதுகாப்பையே பாதிக்குமாகையால் மிகுந்த கவனத்துடன் கணக்கிடப்படவேண்டும். அமைத்த மிகை நீர் போக்கி, தேக்கம் நிறைந்த வெளிப்படும் வெள்ளத்தை அகற்றப் போதியதாக இல்லையென்றால் தேக்கத்தின் நீர்மட்டம் உயர்ந்து கொண்டே போகும். பின் நீர் பொங்கி அணையின் மேல் தாவி வழியும். அணையின் மேல் வெள்ளம் வழிந்தால் எந்த அணையும் நிற்காது. கல் அல்லது, கற்காரைக் கட்டடமாக இருந்தால் கட்டிடத்தில் விரிசல் உண்டாகிப்பின் கட்டிடமே சிதைந்துவிடும். மண் அணையானால் நீர் மேலே வழியும் போதே அணையின் பின்புறமிருக்கும் மண் கரைந்தோடி வெகு விரைவில் பெருத்த உடைப்பு ஏற்பட்டு வெள்ளப்பெருக்கு ஏற்படும். அதனால் ஆற்றுப் பகுதியில் வெள்ளச் சேதங்கள், உயிர்ச் சேதங்கள் உண்டாகும். இத்தகைய சூழ்நிலை பெருத்த ஆபத்தாகும். தேவைக்கு மேல் அதிகமாக மிகை நீர்ப் போக்கியை அமைப்பதில் பணச் செலவு அதிகமாகும். நீரியல், நீர் நிலையியல்,வெள்ள ஓட்டம், வெள்ளக் கட்டுப்பாடு முதலிய துறைகளைக் கற்று ஆராய்ந்து இவை வடிவமைக்கப் படவேண்டும்.

மிகை நீர்ப்போக்கியில் பெருங்கதவுகளும் அமைப்பதுண்டு. இந்த இரும்புக் கதவுகள் சாதாரணமாக மூடப்பட்டிருக்கும். வெள்ளம் பெருகும்போது இக் கதவுகள் தூக்கப்பட்டு வெள்ளம் பெருமளவாக வெளியேற்றப்படும். கதவுகளைத் தூக்க மின்சக்தி இல்லாத போது ஆட்கள் தூக்கத் தகுந்த பல் உருளைகள் முதலிய சாதனங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

மிகை நீர்ப்போக்கியிலிருந்து வெளியேறும் நீர் அம்மட்டத்திலிருந்து ஆற்று மட்டத்தை நோக்கிப் பாயும் போது மிகமிக வேகம் பெறும். அவ்வேகத்தில் ஆற்றுப் படுகையில் பாய ஆரம்பித்தால் படுகையைப் பலவாறாக அறுத்துப் பள்ளத்தாக்குகளை உண்டாக்கிவிடும். ஆதலால் குதித்து வரும் நீரின் வேகத்தையும், ஆற்றலையும் குறைக்கப் பல வழிகள் கையாளப்படுகின்றன. பாயும் பாதையில் நீரைத் தணிப்புத் தொட்டிகளில் (Stilling Basins) தேக்கி நீர்மெத்தை அமைப்பது, கற்காரைக் குறுக்குக் கட்டைகளை அமைப்பது போன்றவை இவற்றுள் சில. இவற்றைத் தீர்மானிப்பதிலும் பொறியியலறிவும் நுண்ணுணர்வும் மிகப் பயன்படும். இவ்வகை அமைப்பினை உண்டாக்குவதால் வெள்ளக் காலத்தில் ஏற்படும் மிகை நீர், நீர்த் தேக்கத்திலிருந்து வெளியேறும் வேகம் குறைக்கப்பட்டு, எப்போதும் போல் ஆற்றுப் பகுதியில் மெதுவாக ஓடிக் கழிந்து விடும்.

நீர் மதகு, அணையின் மற்றொரு முக்கிய அம்சமாகும். தேங்கிய நீரினைப் பயன்படுத்தத் தேக்கத்திலிருந்து வெளியேற்ற மதகுகள் கட்டப்படுகின்றன. வெளியேற்றப்பட வேண்டிய நீரின் அளவைப் பொறுத்து மதகின் கண் வடிவமைக்கப்படும். மதகின் தலைப்பில் நீரின் வெளியேற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்தி முறைப்படுத்த மதகுக் கதவுகள் பொருத்தப்படுகின்றன. இக் கதவுகளில் சில வகைகள் உள்ளன. மதகின் அடி மட்டத்திற்கும் நீர்த் தேக்கத்தின் உச்ச மட்டத்திற்கும் உள்ள நீரின் ஆழம் அதிகமாவதால் மதகு மட்டத்தில் நீர் அழுத்தம் கூடும். அதற்கேற்ப மதகுக் கதவுகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. அந்த அழுத்தத்தோடு கதவுகள் மூடித்திறக்கப்படுவதற்குவேண்டியசாதனங்கள்பொருத்தப்பட வேண்டும். இக் கதவுகளை இயக்க மின் ஆற்றலையும் பயன்படுத்துவர். கையால் எளிதில் இயக்கத் தேவையான பல் உருளைகளும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கற்காரை அல்லது கல் கட்டடத்தில் மதகுகள் அமையும்போது கட்டிடத்தின் ஒரு பகுதியாகவே அதை அமைப்பர். மண் அணையில் அமையும் மதகின் துளை தனிக் கட்டிடமாகக் கட்டப்பட்டு மேலே மண்ணால் மூடப்படும். மதகிலிருந்து வெளிவரும் நீர் பின் கால்வாய் மூலம் பாசனத்திற்கோ மற்ற பயன்களுக்கோ எடுத்துச் செல்லப்படும். இங்கு வெளிப்படும் நீரின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தியும் ஆற்றலைக் குறைத்தும் கால்வாயில் சீராகப் பாயவிட வேண்டிய வழி முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

உயரமான அணைகளில் நீரின் நிலை அழுத்த ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி மின் சக்தி உண்டாக்குவர். அதற்காக அவை கட்டும்போதே அதில் தேவைக் கேற்பக் குழாய்கள் பொருத்தப்படுகின்றன. குழாய்களின் தலையில் தூசி, சருகுகள் உட்புகாமல் இருக்க இரும்புக் கிராதிகளும் பொருத்தப்படுகின்றன. அணையின் பின்புறம் இக்குழாய்க்குள் பாயும் நீரை முறைப்படுத்த, கட்டுப்படுத்த ஒரதர்களும் (Valves) அடைப்பான்களும் அமைக்கப்படுகின்றன. இக் குழாய்கள் கீழ் மட்டத்தில் அமைக்கப்படுவதால் இம்மட்டத்திற்கும், நீர்த்தேக்கத்தின் மேல் நீர் மட்டத்திற்கும் இடையிலுள்ள நீரின் பயன்பாட்டிற்கேற்பக் குழாயின் முகப்பில் நீர் அழுத்தம் பெறலாம். அந்த நிலைஆற்றல் குழாய்க் கதவு

திறந்து நீர் வெளிப்படும்போது அது வேக ஆற்றலாக மாறுகிறது. அவ்வாற்றலே மின்னாக்கிகளை இயக்கி மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. குந்தா, பைகாரா அணைகளில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் மின் உற்பத்திக்கான குழாய்கள் இவ்வகையினவே.

அணையைக் கட்டும்போதே, நீர்த்தேக்கம் நிரம்பும் போது அதன் உள்ளமைப்பின் அழுத்த ஆற்றலையும் அதனால் விளையும் மாற்றங்களையும் அறியச்சில நுண் அளவுக் கருவிகளைப் பொருத்துதல் உண்டு. இவை பெரும்பாலும் மின்-மின்னணுவியல் கருவிகளாய் இருக்கும். இவற்றை ஆங்காங்கே தேவைக் கேற்ப அணையின் உட்பகுதிகளிற் பொருத்தி அவற்றின் முனைகள் அளவீட்டறையுடன் இணைக்கப்படும் நீர்த் தேக்கத்தில் நீர் மட்டம் உயர உயர இந்த நுண் அளவுக் கருவிகள் காட்டும் விவரங்களைத் திரட்டி அவற்றைக் கணித்து அணையினுள் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகள், வெப்பமாற்றங்கள், நலிவுகள் ஆகியவை வடிவமைப்பின் போது கணித்து ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட அளவுகளுக்குள் அடங்கி இருக்கின்றனவா என்பது சோதிக்கப்படும். இச்சோதனைகள் அணையின் பேணலிலும் பாதுகாப்பு ஆய்விலும் வெகுவாகப் பயன்படும். இத்தகைய கருவிகள் மிக நேர்த்தியாகவும் எளிதில் பழுதடையக் கூடிய தன்மையுடனும் இருக்குமாதலால் அவற்றை ஆராய்ந்து பெறுவதிலும், பொருத்துவதிலும், பேணுவதிலும் தனிக் கவனம் தேவை.

அணையைக் கட்டுதல். பொறியியல் வல்லுநர்களும் கட்டிடத் தொழிலாளர்களும், பல்வேறு இயந்திரங்களையும், சாதனங்களையும் இயக்குபவர்களும், உழைப்பாளிகளும் சேர்ந்து ஒத்துழைத்து அணையைக் கட்டிமுடிப்பர்.

அணையைக் கட்டத் திட்டமிடும்போது, அணைத் தளத்தில் சில முக்கிய முன்ஏற்பாடுகள் தேவை. அணை அமையும் இடம், நீர் தேங்கும் இடம், மற்ற வசதிகளுக்கு வேண்டிய இடம் இவற்றையெல்லாம் அளவிட்டு அந்த நிலங்களைத் தனியாரிடமிருந்தால் அவற்றைப் பெறத் தகுந்த நடவடிக்கையெடுக்க வேண்டும். சட்டப்படி தனியார் இடத்தினுள் சென்று வேலைகளை ஆரம்பிக்க அனுமதி பெற வேண்டும். அடர்ந்த காடுகளோ, மரங்களோ இருக்குமாயின் அவற்றைப் பெற அந்தந்தத் துறையை அணுகி நடவடிக்கை எடுத்து மரம், செடி, கொடிகள், புதர்கள் முதலியவற்றை அகற்றி வேலைக்களத்தைச் சுத்தமாக்க வேண்டும். பின் அவ்விடத்தை அணுகும் சாலைகள், அலுவலர்களும், தொழிலாளர்களும் குடியிருக்கத் தற்காலிக வீடுகள் ஆகியவற்றை அமைக்க வேண்டும்.

அணையின் பாகங்கள் எங்கெங்கு அமையுமெனப் பூமியில் கோடிட்டுத் தரையின் அமைவிற்கேற்ப அணையின் வடிவமைப்பு பொருத்தமாக உள்ளதாவென ஆராய வேண்டும். அணையின் வெட்டுமுகம் மேலிருந்து கீழே பார்க்கும்போது அகலமாக விரிந்து கொண்டே போகும். அணையின் மேல் மட்டம் நிர்ணயிக்கப்பட்டதொன்று. பூமியின் மட்டமோ ஆங்காங்கே ஏற்றத் தாழ்வுகள் கொண்டது. கட்டும்போது, கடைக்கால் பறித்துத் தயார் செய்யும்போது, மட்டங்கள் மாறியிருக்குமாதலால் எந்த நிலையிலும் அணையின் அகல நீளங்கள் சரியானபடி குறித்து, அளவு அமைக்கத் தகுந்தவாறு அளவுக் கட்டைகள் அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். அதே போன்று உயர அளவை அப்போதைக்கப்போது சரிபார்க்க ஒரு நிலையான அறிமேடை (Permanent bench mark) அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இம்மேடையின் உயரத்தை நிர்ணயிப்பதில் மிகுந்த கவனம் தேவை. ஏனெனில் அதை வைத்துத் தான் அணையின் பல்வேறு உயர அளவுகள் நிர்ணயிக்கப்படும்.

இதற்கிடையில் அணையைக் கட்டுவதற்கு ஒரு காலத் திட்டம் வகுக்க வேண்டும். ஆற்றுப் பகுதியில் வேலை செய்ய வேண்டுமாதலால் ஓடும் நீரை எவ்வகை மாற்று வழிகளில் திருப்பிப் பகுதி பகுதியாக ஆற்றுப் படுகையில் அணை அமைக்க முடியுமென்று முன்னோக்கத் திட்டம் வேண்டும். அப்பகுதியில் எந்தெந்த மாதங்களில் ஆற்றில் எவ்வளவு நீர் எதிர்பார்க்கலாம், வெள்ளம் எந்தக் காலங்களில் வற்றாது என்ற குறிப்புகளையெல்லாம் திர ஆராய்ந்து காலத்திட்டம் வகுக்க வேண்டும்.

மிகை நீர் வழிவாயைக் கட்டுமானமாகத்தான் அமைக்க வேண்டும். இதைப் பொதுவாக ஆற்றின் படுகையிலேயே அமைப்பர். சில சமயங்களில் ஆற்று வழியில் நல்ல பாறைவகை இல்லையெனில் வழிவாயை அணையின் வேறு பாகங்களிலும் அமைப்பதுண்டு. அப்படி அமைக்கும் போது அணையிலிருந்து மிகை நீர் பாய்ந்து ஆற்றை அடையப் புதிய வழி ஏற்படுத்த வேண்டும். அத்தகைய வெள்ள வழியில் பாயும் நீர் பூமியை அரித்து விடாமல் இருக்கத் தடுப்புச் சுவர்கள் போன்றவை அமைக்க வேண்டும். இதில் சிக்கல்களும் உண்டு.

திட்டமிடப்பட்ட அணையில் ஆற்றுப் பகுதியில் மிகை நீர் போக்கிற்கான கட்டுமானப் பணி அமையும் பள்ளத்தாக்கு மிகக் குறுகியதாக இருந்தால் அதே கட்டுமானம் கரைகள் வரை நீட்டப்பட்டு முழு அணையே கட்டிட அணையாகலாம். பள்ளத்தாக்கு அகன்றிருப்பின் பணச் செலவையும், மற்ற தொழில் நுட்பக் கருத்துக்களையும் கருத்தில் கொண்டு ஆற்றுப் பகுதியில் கட்டுமானமாகவும், அதையொட்டி இருமருங்கிலும் மண் கரையாகவும் திட்டமிடுவது உண்டு. தமிழ் நாட்டில் பெரும்பாலான அணைகள் இத்தகையனவே.

கட்டிடம், மண் இணைந்த அணை கட்டும் முறை. மண் அணை அமையுமிடத்தில் செடிகொடிகளை அகற்றி அவற்றின் வேரை அடியோடு களைந்தெறிந்து நிலத்தைச் சுத்தப்படுத்த வேண்டும். பின் பூமியின்

மேற்புறம் மண்ணைச் சுமார் 30 செ மீ. வரை வெட்டி அப்புறப்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் மேல் மண்ணில் கரிமப் பொருள்களையும், மழை, வெய்யிலில் பாதிக்கப்பட்டுப் பசை இழந்து மணலைப் போன்றுள்ளதையும் நீக்கிவிடப்பட்டு உள் நிற்கும் புதிய மண் தோன்றும். பின் மண் அணைக்குக் கடைக் காலாக அமையும் தடுப்புக் குழி (Cutt off trench) வெட்டப்படும். இதன் ஆழம் பொதுவாகத் தேக்கப் படும் நீரின் ஆழத்தில் பாதியளவிற்கு இருக்க வேண்டும். நீர் தேங்கும் போது கடைக்காலில் கசிந்து வெளிப்பட முனையும். இந்தத் தடுப்புக் குழி அதன் பாதையில் ஒரு தடுப்பாக அமையும். இந்தத் தடுப்புக் குழியில் நீர் எளிதில் ஊடுருவாத தன்மையுள்ள மண் தேர்ந்தெடுத்து நிரப்பப்படும். இம் மண் நிரப்பும் போது சிறிது சிறிதாக 20,25 செ.மீ. கனத்தில் மண்ணை நிரவி உருளையால் கெட்டிக்க வேண்டும். அப்படி மண் அணையுமிடத்து 15 சென்டி மீட்டர் கனமாக ஆகலாம். மேலும் நிரப்பும் மண்ணில் ஈரப்பசை குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்க வேண்டும். மண் கரை அமைப்பதில் ஈரப்பசையும் அழுத் தமும் குறிப்பாகக் கவனிக்க வேண்டிய கூறுகளாகும். ஈரப்பசை போதுமானதாக இல்லையேல் வறண்ட மண் நன்றாக ஒட்டாது பிரிந்து காணப்படும். அதில் நீர் கசியக்கூடும். ஈரப்பசை அதிகமானால் மிதி உருளை யால் அழுத்தும் போது வேண்டிய அழுத்த ஆற்றல் பெறாமல் வழுக்கியும், விலகியும் போகும். மண்ணை அழுத்தும் போது அதில் தகுந்த ஈரப்பசை (Optimum Moisture) இருத்தல் அவசியம்.

இத்தடுப்புக் குழி நிரப்பும்போதே அதற்குப் பின் அமைய வேண்டிய வடிகாலையும், கற்குவியலையும் தீர் மானிக்கலாம். கடைப் பகுதியில் வடிகால் வாய்க் காலும் வெட்டி விடப்படும். முன் பகுதியில் இயற்கை யாக இருக்கும் பூமியையும் நாம் அமைக்கும் கரையை யும் இணைக்கும் வகையில் சில இணைப்பு வெட்டு களும் செய்விக்கப்படும்.

இவ்வாறு கடைக்கால் மேடை என்று சொல்லத் தகுந்தவாறு தயாரித்த இடத்தில் மேலும் மண் சிறிது சிறிதாக உயர்த்தப்படும். முன் சொன்ன வகையில் மண்ணின் ஈரப்பசையும், அழுத்தம் கொடுப்பதும் முக்கியமாகக் கண்காணிக்கப்பட்டுவரும். மேலும் மண் அணையின் அமைப்பில் நடுப்பாகம் நீர் எளிதில் ஊடுரு வாத் தன்மையுள்ள மண்ணையும் மற்ற இரு புறங் களில் சிறிதளவு ஊடுருவும் தன்மையுள்ள மண்ணையும் தேர்ந்தெடுத்து, அதை அதன் இடத்தில் நிரவ வேண்டும்.

கரைக்கேற்ற மண் எங்கிருந்து கொணரல் வேண்டும் என்று முன் கூட்டியே திட்டமிட்டுச் செயல்பட வேண்டும். பொதுவாக நீர்த்தேக்க இடத்திலிருந்தே கரைக்கு வேண்டிய மண்ணை எடுக்கலாம். எங்கு கரைக்கு ஏற்ற மண் கிடைக்குமென்று சோதனைக் குழி கள் போட்டு முன்னாலேயே தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். கரைக்கு வேண்டிய இருவகை மண்ணும் தேவைக்கேற்ற அளவும் கிடைக்குமா என்று முன் கூட்டியே கணிக்க வேண்டும்.

இவ்வாறு கரை தீர்மானித்த உயரத்திற்கு எழுப்பப் படும். கரை எழுப்பும்போதே முன்சரிவில் பாவு கற் கட்டிடமும் தொடங்கிக் கட்டிக்கொண்டு வர வேண்டும். பின் சரிவில் புல்பற்றை அடித்து வளரச் செய்வதும், ஆங்காங்கே மழைத் தண்ணீர் இறங்கி ஓடி விடுமாறு வாய்க்கால்கள் அமைப்பதும் கடைசியாகச் செய்யப்படும் வேலைகள்.

வடிவமைப்பில் காட்டியவாறு அணை உயர உயர அகலம் குறுகிக் கொண்டேவரும். அணையின் வடி வத்தைச் சீர்செய்வதற்கு மண்ஏற்றும்போது வேண்டிய அகலத்தை விடச் சிறிது கூட்டி அமைத்துப் பின்னால் இரு சரிவுகளிலும் வேண்டிய அளவுக்கு வெட்டிக் கழித்துவிடுவது அவசியம். அவ்வாறு செய்வதால் ஓரங் களில் நன்றாக அமுந்தாத மண் அகற்றப்படும். கரைப் பகுதி முழுமையிலும் நன்றாக அழுத்தம் பெற்று நிற்கும். இப்பகுதியை அளக்கை செய்து பூமியில் கோடிட்டுக்கொள்ள வேண்டும். பின் கடைக்கால் அமைவது ஆழத்தில் இருப்பதால் அந்த அளவு தோண்டும் போது பக்க மண் சரியாமல் இருக்க வேண்டிய அகலங்களும் தோராயமாகக் கணக்கிட்டு அதற்கேற்பக் கடைக்கால் தோண்டும் நீள அகலங் களைக் கோடிட்டுக்கொள்ள வேண்டும்.

மேல் மண்ணை எடுத்துவிட்டுக் கட்டிடம் அமையப் பாறைப் பகுதி கிடைக்கும் வரை தோண்டும் பணி நீடிக் கும். கிடைத்த பாறைப்பகுதி கெட்டியாகவும் பிளவு கள் இல்லாமலும் இருக்க வேண்டுமாதலால் மேற் பாறையை வெடி வைத்தும், பிளந்தும் கல்தச்சர்களைக் கொண்டு உடைத்தும், வெளிப்படுத்த வேண்டும்.

இதோடு ஆழக்குழியில் வேலை செய்யவேண்டு மாதலால் விடாது பெருகிக் கொண்டேயிருக்கும் ஊற்றுத் தண்ணீரைத் தொடர்ந்து இறைத்துக் கொண்டே இருக்கவேண்டும். வெட்டுக் குழியில் பல பகுதிகளில் ஊறும் நீரைச் சில இடங்களில் சேருமாறு திருப்பி ஆங்காங்கே இறைப்பிகளை வைத்து இறைப்ப தும் ஒரு சிக்கலான, ஆனால் தேவையான, பணியாகும்.

இவ்வகைக் கெட்டிப்பாறை கண்ட பிறகு, நன்றாக சுத்தம் செய்து அவற்றில் சிறு பிளவுகள் இருக்கின்றன வா என்று சோதிக்க வேண்டும். மயிரிழைப் பிளவுகள் இருப்பினும் நீர் அழுத்தத்தால் ஊடுருவிச் சென்று கட்டடித்தின் மீது மேல் நோக்கிய அழுத்தம் செலுத் தும். அந்த அளவிற்கு மேற்கட்டிடத்தின் பளு குறைந்து விடும்.

இத்தகைய சிறு பிளவுகளிலும் நீர் ஊடுருவா வண்ணம் அவற்றைச் சிமெண்டுக் கரைசலால் நிரப்பச் சில முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. இவை ஆங்கிலத்தில் (Grouting) என்று குறிப்பிடப்

படும். கடைக்காலில் ஆங்காங்கே இயந்திரங்களினால் பாறையில் துளைகள் போடப்படும். துளைகளின் ஆழம் 6 மீட்டர், 10 மீட்டர், 20 மீட்டர் என்று தேவைக்கேற்ப நிர்ணயிக்கப்படும். அவற்றின் விட்டமும் அப்படியே 5 செ.மீ. முதல் 10 செ.மீ. வரை இருக்க லாம். இத்தகைய துளைகள் போடப்பட்டு அவை காற்றையும் தண்ணீரையும் உட்செலுத்தி நன்றாகச் சுத்தப்படுத்தப்படும். அவ்வாறு செய்வதில் ஆழத்தில் பாறையில் ஏதேனும் பிளவுகள் இருப்பின் அவை சுத்தப் படுத்தப்பட்டுப் பின் சிமெண்ட் கரைசலை உட் செலுத்தும்போது அப் பிளவுகளில் அது சென்றடையக் கூடும். பின் சிமெண்டைத் தகுந்தவாறு நீரில் சேர்த்துக் கலக்கிச் சில சாதனங்களின் மூலம் இத்துளை களில் காற்றழுத்த ஆற்றலால் அது உள் செலுத்தப் படும். இந்த சிமெண்ட் கரைசல் பிளவுகளில் ஏறிப் புகுந்து அடைத்து அவற்றை மூடிவிடும். இந்த வேலை யில் கவனம் செலுத்த வெண்டிய முக்கிய இரு அம்சங் கள் சிமெண்டு, நீர் சேர்க்கும் அளவுகள் எவ்வளவு என்று தீர்மானிப்பது, மற்றும் எந்த அளவு அழுத்த ஆற்றலோடு அதைத் துளையின் மூலம் செலுத்த வேண்டுமென்பது. இது பெரும்பான்மையும் பட்டறி வினால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. சிமெண்ட் கரைசல் மிகக் கெட்டியாக இருந்தால் பிளவுகளில் நன்றாக ஏறிப் பாய்ந்து அடையாது. காற்று அழுத்த ஆற்றலை அதிகமாக்கிப் பாறையின் அடியில் இருக்கும் வெடிப்பு கள் பேலும் விரிந்துவிடும் அபாயமும் உண்டு. இவ் வாறு செய்வதால் பாறையின் பிளவுகளில் நீர் ஊடுருவிச் செல்வது ஓரளவு தடுக்கப்படுவதோடு பாறை யும் உறுதிப்படுகிறது. இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட கடைக்கால், சட்டுமானம் தொடங்கத் தகுதியாகிறது.

கடைக்கால் தயாரிக்கப்பட்ட பின் கட்டிடத்தை வடி வமைப்புக்குத் தக்கவாறு எழுப்ப வேண்டும். சில இடங் களில் கற்காரை இட வேண்டியும் வரும். பொதுவாகக் கருங்கல் கட்டிடத்தில் ஒவ்வொருவரியும் 30 செ. மீ. உயரமாக அமையும். வழிந்தோடும் பகுதியிலும், மதகு அமையும் பகுதியிலும் பல்வேறு சிறு நுணுக்கங்கள் கவனிக்கப்பட வேண்டிவரும். கட்டிடம் எழும்பும் போது அவற்றையெல்லாம் தகுந்த வரைபடங்களின் உதவியைக் கொண்டு தவறு ஏற்படாமல் செய்விப்பதில் மிகுந்த கவனம் தேவை.

கட்டிடத்தில் சுரங்கப்பாதை ஒரு முக்கிய அமைப்பு. இச்சுரங்கம் கட்டிடத்தினுள் சில அம்சங்களைக் கண் காணிக்க உதவுகிறது. முக்கியமாகக் கடைகாலில் கசியும் நீரின்மேலழுத்தத்தைக் குறைக்க இது அவசியம். இதற்காகத் துளைக்கப்பட்ட 10 செ. மீ. துளைகளின் வழியே அது மேலேறி இச்சுரங்கத்தில் ஏற்படுத்தப்படும் ஒரு வாய்க்கால் வழியே ஓடிவெளியேறிவிடும். அதே போல் கட்டிடத்தில் கசியும் நீரும் ஆங்காங்கு 20 செ. மீ. விட்டத்தில் அமையும் துளைகளின் மூலம் கீழே சேர்ந்து சுரங்க வாய்க்காலில் வெளியேறிவிடும். இவ் வகைக் கடைகாலிலும் கட்டிடத்திலும் நீர்த் தேக் கத்தில் தேக்கின நீரின் அழுத்தத்தினால் கசியும் நீர் சுரங்கப் பாதை வாய்க்கால் வழி வெளியேற்றப்படுவ தால் அணைக்கு ஊறு விளையாது. இல்லையேல் ஊறும் நீர் சொட்டுச் சொட்டாகச் சிறிதேயாயினும், மேல் அழுத்தத்தினால் அணையின் நிலைப்பேற்றினைப் பாதிக்கும்.

வழிந்தோடியற்ற பகுதியில் அணை வடிவமைப்புக் கேற்றவாறு அகலம் குறைந்து கொண்டே போய் மேல் அளவில் ஒரு பாதை அமையுமாறு முடியும். வழிந் தோடிப் பகுதியின் வடிவமைப்பு வழியில் நீர் வேக மாகவும் கட்டிடப் பகுதிக்கு மேல் இணைந்தவாறும் குதித்து ஓடும் வகையில் இருக்கும். அதற்குமேல் கட்டைகளும், கண்களுமாகப் பிரிக்கப்பட்டுக் கண்களுக் குப் பெரிய இரும்புக் கதவுகள் பொருத்தப்பட்டிருக் கும். இக்கதவுகளை வெள்ளம் வரும்போது தூக்கி இறக்கி மிகை நீரைத் தகுந்தவாறு வெளியேற்றக் கப்பி அமைப்புகளும் மின்சாரத்தினால் இயங்கும் இயந்திரங் களும் பொருத்தப்படும். இவற்றையெல்லாம் இயக்கவும் பழுதுபார்க்கவும் ஒரு பாலமும் வேண்டும்.

நீர் குதித்தோடும் போது மிகுந்த வேகமுண்டாகும். அதே வேகத்தில் ஆற்றில் கலந்து ஓடிவிட்டால் மிகுந்த அரிப்புகளை உண்டாக்கிக் கட்டிடத்தின் கடை காலுக்கே ஆபத்து உண்டாக்கும். அதனால் வழிந் தோடியின் அமைப்பிலேயே குதித்துவரும் நீரைக்கட்டுப் படுத்த அதைக் கற்காரைத் தணிப்புத் தொட்டி யிலேயே (Stilling Basin) குதிக்க விட்டு, வேகத்தையும், ஆற்றலையும்குறைத்து, ஆற்றில் வெளியேற்றத் தகுந்த தடுப்புச் சுவரும், தடுப்புக் கட்டைகளும், கற்காரைத் தளமும் ஏற்படுத்தப்படும். இப்பகுதியின் வடிவமைப் பில் நாடோறும் புதிய முன்னேற்றங்கள் தோன்றி வருகின்றன.

தமிழ் நாட்டில் பூண்டி நீர்த்தேக்கத்திற்கு அருகா மையில் செயல்படும் நீரியல் ஆராய்ச்சிக் கழகத்தில் இவ்வகையில் கண்டு பிடித்த ஓர் அமைப்பு உலகெங்கும் நடைமுறைக்கு வந்துள்ளது.

மதகுகள் அமையும் பகுதியில் மதகுக் கண்கள் கட் டிடத்தில் ஏற்படுத்தப்படும். அதிலும் மதகுக் கதவு களும் அவற்றை இயக்கச் சாதனங்களும் இயந்திரங் களும் பொருத்தப்படும். கதவுகளில் ஏதேனும் பழுது ஏற்பட்டால் நீரை வீணாக்காமல் அவற்றைப் பழுது பார்க்க வேண்டுமாதலால் ஒவ்வொரு கண்ணுக்கும் மதகுக்கும் கதவிற்கு முன் வேறொரு மாற்றுக் கதவை இறக்க ஏற்பாடுகள் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

அணையின் மேல் பகுதியில் நல்ல சாலை அமைத்தல், ஆங்காங்கே படிகள் அமைத்தல், மின் விளக்குகள் எரிய விடுதல், சாலை அமைத்தல், நல்ல தோட்டங்கள் உண்டாக்குதல், அணைத்தளத்தைப் பார்வையிடவும் பராமரிக்கவும் நன்கு உதவுகின்றன. அணையும், அணைக்கு முன் நீர்த்தேக்கமும், அணைக்குப் பின் பூந் தோட்டங்களும் சுற்றுலாப் பயணிகளும் மற்றவர்களும்

மாபெரும் இந்திய அணைகள்

வரிசை எண்.	அணையின் பெயர்	முடிந்த ஆண்டு	மாநிலம்	அணை வகை	மொத்த அணையின் பருமன்(10^3 மீ^{3})
1.	பாங் அணை (பீஸ் திட்டம்)	1974	இமாசலப் பிரதேசம்	ம	36,130
2.	உகை அணை	1972	குஜராத்து	ம,ஈ	25,180
3.	ஹிராகுட்	1957	ஒரிசா	ஈ,க	25,100
4.	தேகரி அணை	க.ப	உத்திரப் பிரதேசம்	ம,க	22,750
5.	தேய்ன் அணை	க.ப	பஞ்சாப்	க,ம	21,920
6.	பலிமேளா அணை	1977	ஒரிசா	ம	19,097
7.	வார்ணா	க.ப	மகாராட்டிரம்	ம,ஈ	15,310
8.	இலிங்கண்ணமுக்கி	1965	கருநாடகம்	ம,ஈ	14,251
9.	பைதான்	1976	மகாராட்டிரம்	ம,ஈ	12,929
10.	கங்கசபதி குமார அணை	1965	கிழக்கு வங்க தேசம்	ம	11,300
11.	சிறீராமசாகர்	க.ப	ஆந்திரப் பிரதேசம்	ம,ஈ	11,060
12.	இராமகங்கா	1978	உத்திரப் பிரதேசம்	ம	11,013
13.	சர்தாசாகர்	1962	உத்திரப் பிரதேசம்	ம	10.625
14.	தாமன்கங்கா அணை	க.ப	குஜராத்து	ம,ஈ	10,100
15.	நாகர்ச்சுனசாகர் அணை	1974	ஆந்திரப் பிரதேசம்	ம,ஈ	7,960
16.	தேனுகாட்	1973	பீகார்	ம	7,800
17.	முலா	1974	மகாராட்டிரம்	ம,ஈ	7,461
18.	இடுகல்	1979	கருநாடகம்	ம,ஈ	7,346
19.	இசைப்பூர் (மேல் பென்கங்கை திட்டம்)	க.ப	மகாராட்டிரம்	ம	6,976

ம: மண் அணை; க: கல்லணை; ஈ: நில ஈர்ப்பு அணை; க.ப: கட்டப்படும் அணை.

மாபெரும் இந்திய நீர்த் தேக்கங்கள்

வரிசை எண்.	நீர்த் தேக்கத்தின் பெயர்	முடிந்த ஆண்டு	மாநிலம்	அணை வகை	தேக்கக் கொள்ளளவு 10^6 மீ^{3}
1.	நாகார்ச்சுனசாகர்	1974	ஆந்திரப்பிரதேசம்	ம,ஈ	11,550
2.	இரிகண்டு (கோவிந்த பலப பந்தசாகர்)	1962	உத்திரப்பிரதேசம்	ஈ	10,600
3.	பக்ரா (கோவிந்தசாகர்)	1963	இமாசலப்பிரதேசம்	ஈ	9,621
4.	சர்தார் சரோவர்	க.ப	குஜராத்து	ஈ	9,492
5.	சிறீசைலம் நீர்மின்திட்டம்	க.ப	ஆந்திரப்பிரதேசம்	ஈ	8,722
6.	பாங் (பீஸ் திட்டம்)	1974	இமாசலப்பிரதேசம்	ம	8,570
7.	உகை	1972	குஜராத்து	ம	8,511
8.	ஹிராகுட்	1957	ஒரிசா	ம,ஈ	8,105
9.	காந்திசாகர்	1960	மத்தியப்பிரதேசம்	ஈ	7,746
10.	அலைமாதி	க.ப	கருநாடகம்	ஈ	6,425
11.	இலிங்கண்ணமுக்கி (சராவதி திட்டம்)	1965	கருநாடகம்	ஈ,ம	4,418
12.	சுபா	க.ப	கருநாடகம்	ஈ	4,418
13.	பார்கி திட்டம்	க.ப	மத்தியப்பிரதேசம்	ம	3,924
14.	துங்கபத்திரா	1958	கருநாடகம்	ம	3,767
15.	தேய்ன்	க.ப	பஞ்சாப்	க,ம	3,670
16,	பலிமேனா	1977	ஒரிசா	ம	3,610
17.	தேகரி	க.ப	உத்திரப்பிரதேசம்	ம,க	3,539
18.	ஹாஸ்டியோ	க.ப	மத்தியப்பிரதேசம்	ம,ஈ	3,417
19.	கோகிரா (இரெங்காலி பல நோக்குத்திட்டம்)	க.ப	ஒரிசா	ஈ	3,220

ம: மண்அணை, க: கல்லணை, ஈ: நில ஈர்ப்பு அணை, க.ப: கட்டப்படும் அணை.

உயரமான இந்திய அணைகள்

வரிசை எண்	அணையின் பெயர்	முடிந்த ஆண்டு	மாநிலம்	வகை அணை	தாழ் அடிமானத்தில் இருந்து உயரம் (மீ.)
1.	தேகரி	க.ப	உத்திரப்பிரதேசம்	ம.க	261
2.	கிஷாவ்	க.ப	உத்திரப்பிரதேசம்	ம.க	253
3.	பக்ரா	1963	இமாசலப்பிரதேசம்	ஈ	226
4.	இலக்சுவார்	க.ப	உத்திரப்பிரதேசம்	ஈ	192
5.	இடுக்கி	1974	கேரளா	க.அ	169
6.	சிறீசைலம்	க.ப	ஆந்திரப்பிரதேசம்	ஈ	143
7.	சறுதோனி	1976	கேரளா	ஈ	138
8.	சர்தார் சரோவர்	க.ப	குஜராத்து	ஈ	137
9.	பாங் (பீஸ்திட்டம்)	1974	இமாசலப்பிரதேசம்	ம	133
10.	இராமகங்கா	1978	உத்திரப்பிரதேசம்	ம	128
11.	நாகார்ச்சுனசாகர்	1974	ஆந்திரப்பிரதேசம்	ம, ஈ	125
12.	கக்கி	1966	கேரளா	ஈ	110
13.	சோலையாறு	1972	தமிழ்நாடு	ம, ஈ	105
14.	கொய்னா	1961	மகாராட்டிரம்	ஈ	103
15.	சுபா (காளிநதிதிட்டம்)	க.ப	கருநாடகம்	ஈ	101
16.	குலமாவு	1977	கேரளா	ஈ	100
17.	இடமலையாறு	க.ப	கேரளா	ஈ	100
18.	கர்யான்	க.ப	குஜராத்து	ஈ	94
19.	இரிகண்டு	1962	உத்திரப்பிரதேசம்	ஈ	91
20.	வார்ணா	க.ப	மகாராட்டிரம்	ம, ஈ	91

ம : மண் அணை; க : கல்லணை; ஈ : நில ஈர்ப்பு அணை;

க.அ : கமான் அணை; க.ப : கட்டப்படும் அணை.

இந்தியாவில் உள்ள பெரிய நீர்மின் நிலையங்கள்

வரிசை எண்	நீர்மின் நிலையப் பெயர்	நிறுவிய ஆண்டு	மாநிலம்	அணை வகை	மொத்தக் கொள்ளளவு (மெ. வா.)
1.	பக்ரா (வலது முதல் இடதுவரை	1968	அரியானா, பஞ்சாப், இராஜஸ்தான்	ஈ	1050
2.	கொய்னா	1968	மகாராட்டிரம்	ஈ	920
3.	சராவதி	1978	கருநாடகம்	ஈ, ம	891
4.	பீஸ் (தேகார்)	1978	அரியானா, பஞ்சாப், இராஜஸ்தான்	ம.க	660
5.	குந்தா 1 முதல் 5 வரை	1978	தமிழ்நாடு	ஈ	535
6.	கீழ் சில்லேறு	1978	ஆந்திரப்பிரதேசம், ஒரிசா	ம	400
7.	இடுக்கி	1977	கேரளா	க.அ.	390
8.	பலிமேளா	1977	ஒரிசா	ம	360
9.	நாகார்ச்சுனசாகர்	1975	ஆந்திரப்பிரதேசம்	ம, ஈ	310
10.	உகை	1976	குசராத்து	ம, ஈ	300
11.	இரிகண்டு	1965	உத்திரப்பிரதேசம்	ஈ	300
12.	சபரி கிரி	1968	கேரளா	ஈ	300
13.	டாட்டா		மகாராட்டிரம்		276
14.	காளிநதி	1979	கருநாடகம்	ஈ, ம	270
15.	ஹிராகுட்	1958	ஒரிசா	ஈ, ம	270
16.	சிப்ரோ	1976	உத்திரப்பிரதேசம்	ஈ	240
17.	மேட்டூர்	1967	தமிழ்நாடு	ஈ	240
18.	பீஸ் (பாங்)	1978	அரியானா, பஞ்சாப், இராஜஸ்தான்	ம	240
19.	இராமகங்கா	1977	உத்திரப்பிரதேசம்	ம	198
20.	இராணாபிரதாப்சாகர்	1978	மத்தியப்பிரதேசம், இராஜஸ்தான்	ஈ	172

ம : மண் அணை; கல்லணை, ஈ : நில ஈர்ப்பு அணை, க.அ : கமான் அணை,

க.ப : கட்டப்படும் அணை.

தமிழ் நாட்டுப்பாசன நீர்த்தேக்கங்கள்

வரிசை எண் 1	நீர்த்தேக்கங்கள் 2	மாவட்டம் 3	முடிவுற்ற ஆண்டு 4	அணை வகை 5	உயரம் * மீ. 6	மொத்தக் கொள்ளளவு மி.க.மீ. 7	டி.எம்.சி. 8
1.	மேட்டூர்	சேலம்	1934	க	70	2707.2	95.7
2.	பவானிசாகர்	பெரியார்	1955	க/ம	62	928.2	32.8
3.	பரம்பிக்குளம்	பாலக்காடு	1967	க/ம	73	504.3	17.8
4.	பெரியாறு	இடுக்கி	1897	க	54	443.5	15.7
5.	சாத்தனூர்	வடஆற்காடு	1958	க/ம	41	229.2	8.1
6.	வைகை	மதுரை	1959	க/ம	34	194.7	6.9
7.	சோலையாறு	கோவை	1971	க/ம	105	160.7	5.7
8.	மணிமுத்தாறு	நெல்லை	1958	க/ம	46	156.1	5.5
9.	பேச்சிப்பாறை	குமரி	1906	க	46	152.4	5.4
10.	அமராவதி	கோவை	1958	க/ம	50	114.5	4.0
11.	ஆளியாறு	கோவை	1962	க/ம	44	109.4	3.9
12.	பெருஞ்சாணி	குமரி	1952	க	36	81.8	2.9
13.	கிருஷ்ணகிரி	தர்மபுரி	1959	க/ம	23	66.1	2.3
14.	வில்லிங்டன்	தென்ஆற்காடு	1923	ம	17	59.5	2.1
15.	திருமூர்த்தி	கோவை	1967	க/ம	34	54.8	1.9
16.	பாலாறு-புரந்தலாறு	மதுரை	1978	க/ம	29	43.2	1.5
17.	சித்தாறு-2	குமரி	1970	ம	25	28.6	1.0
18.	மணிமுக்தாநதி	தென்ஆற்காடு	1970	ம	19	20.6	0.7
19	பெருவாரிப் பள்ளம்	பாலக்காடு	1971	ம	28	17.5	0.6
20.	சித்தாறு-1	குமரி	1970	ம	22	17.3	0.6
21.	வீடூர்	தென்ஆற்காடு	1959	க/ம	23	17.1	0.6
22.	உப்பாறு	பெரியார்	1968	ம	17	16.3	0.6
23.	கோமுகி	தென்ஆற்காடு	1965	க/ம	21	15.9	0.6
24.	துனக்கடவு	பாலக்காடு	1965	க/ம	26	15.8	0.6
25.	சின்னாறு	தர்மபுரி	1977	க/ம	29	14.2	0.5
26.	மஞ்சளாறு	மதுரை	1967	க/ம	25	13.8	0.5

வரிசை எண் 1	நீர்த்தேக்கங்கள் 2	மாவட்டம் 3	முடிவுற்ற ஆண்டு 4	அணை வகை 5	உயரம் * மீ. 6	மொத்தக் மி.க.மீ. 7	கொள்ளளவு டி.எம்.சி. 8
27.	கடனா நதி	நெல்லை	1974	க/ம	33	10.0	0.4
28.	கீழ்நீராறு	கோவை	1982	க	52	7.8	0.3
29.	பாம்பாறு	தர்மபுரி	1983	ம	17	7.2	0.3
30.	வட்டமலைக் கரை ஓடை	பெரியார்	1978	ம	20	7.0	0.2
31.	பரப்பலாறு	மதுரை	1974	க	32	5.6	0.2
32.	பிளவுக்கல்-பெரியாறு	முகவை	1976	க/ம	17	5.4	0.2
33.	கருப்பா நதி	நெல்லை	1977	க/ம	34	5.2	0.2
34.	மருதா நதி	மதுரை	1979	க/ம	24	4 9	0.2
35.	இராமநதி	நெல்லை	1974	க/ம	31	4.3	0.2
36.	வரட்டுப்பள்ளம்	பெரியார்	1978	ம	13	3.9	0.1
37.	பிளவுக்கல்-கோவிலாறு	முகவை	1976	க/ம	15	3.8	0.1
38.	தும்பளஹல்லி	தர்மபுரி	1983	ம	12	3.7	0.1
39.	பொன்னணியாறு	திருச்சி	1974	க/ம	23	3.4	0.1
40.	குண்டேரிப்பள்ளம்	பெரியார்	1978	ம	16	3.1	0.1
41.	வரதமாநதி	மதுரை	1978	க/ம	26	3.1	0.1
42.	மேல் நீராறு	கோவை	1975	க	26	1.1	0.04

ம: மண் அணை க: கல் அணை * கடைகால் கீழ் மட்டத்திலிருந்து

மாபெரும் உலக அணைகள்

வரிசை எண்	அணையின் பெயர்	ஆறு	நாடு	வகை	பருமன்		ஆண்டு
					1000 பருகஜங்களில்	1000 பரு மீட்டரில்	
1.	தார்பேலா	சிந்து	பாகிஸ்தான்	ம,க	160,000	122,000	1976
2.	ஃபோர்ட்பெக்	மிசிசோரி	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	ம	125,600	96,034	1940
3.	மங்களா	சீலம்	பாகிஸ்தான்	ம	108,300	82,806	1967
4.	ஊஃகே	மிசிசோரி	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	ம	92,000	70,343	1963
5.	தென் சஸ்கெட் செவான்	தென் சஸ்கெட் செவான்	கானடா	ம	86,300	65,985	1966
6.	ஆரோவில்	ஃபெதர்	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	ம	80,300	61,397	1967
7.	சான் லூயிசு	சான் லூயிசு	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	ம	78,000	59,639	1967
8.	நூரெக்	வாக்ஷ்	ஒசோசோகு	ம	75,900	58,033	1973
9.	நாகார்ச்சுன சாகர்	கிருஷ்ணா	இந்தியா	ம	73,600	56,275	1966
10.	கேரிசான்	மிசிசோரி	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	ம	66,500	50,846	1956
11.	கீயவ்	டினிபர்	ஒசோசோகு	ம	58,000	44,347	1964
12.	கோர்க்கி	வால்கா	ஒசோசோகு	ம	58,000	44,347	1955
13.	போர்ட்டேஜ் மவுண்டன்	பீஸ்	கானடா	ம	56,700	43,353	1968
14.	சார்-எல்-ஆலி (உயர் அசுவான்)	நைல்	எகிப்து	ம,க	56,300	43,047	1970
15.	கோச்சித்தி	ரையோ சேமா	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	ம	53,000	40,524	1969
16.	ஃபோர்ட் ரண்டால்	மிசிசோரி	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	ம	50,200	38,385	1956
17.	கன்யேவ்	டினிபர்	ஒசோசோகு	ம	49,500	37,848	1969
18.	கக்கோவ்கா	டினிபர்	ஒசோசோகு	ம	46,600	35,630	1955
19.	த்சிம்லியான்ஸ்க்	டான்	ஒசோசோகு	ம	44,300	33,872	1952
20.	வோல்கா-இம்-லெனின்	வால்கா	ஒசோசோகு	ம	44,300	33,872	1955

ஒசோசோகு : ஒன்றிய சோவியத் சோசலிசக் குடியரசுகள்

க—கல்லணை; எ—எடை அணை; க.அ—கமான் அணை; ம—மண் அணை; ப.க—பலகமான் அணை.

மாபெரும் உலக நீர்த்தேக்கங்கள்

வரிசை எண்	தேக்கத்தின் பெயர்	ஆறு	நாடு	வகை	கொள்ளளவு 1000 ஏக்கர் அடிகளில்	கொள்ளளவு 1000 பரு மீட்டர்களில்	ஆண்டு
1.	ஓவல் நீர்வீழ்ச்சி	விக்டோரியா நைல்	உகாண்டா	எ	166,000	204,000	1954
2.	பிராத்ஸ்க்	அங்காரா	ஒசோசோகு	ம,எ	137,200	170,000	1964
3.	கரிபா	சாம்பெசி	உரோடிசியா	க.அ	130,000	160,000	1959
4.	சார், எல்-ஆலி (உயர்-அசுவான்)	நைல்	எகிப்து	ம,க	125,600	155,000	1970
5.	அகோசொம் போ	வால்டா	கானடா	ம,க	120,000	148,000	1965
6.	மணிகவுகான் 5	மணிகவுகான்	கானடா	ப.க	115,000	142,000	1968
7.	கிராஸ்ன யார்ஸ்க்	யெனிசிக	ஒசோசோகு	எ	59,400	72,000	1970
8.	போர்ட்டேஜ் மவுண்டன்	பீஸ்	கானடா	ம	57,000	70,000	1968
9.	சான்மேன் இசியா	ஹீவாங்ஹோ (மஞ்சள்)	சீனா	எ	52,700	65,000	1962
10.	உஸ்த்-இலிம்	அங்காரா	ஒசோசோகு	ம,எ	48,100	59,000	1973
11.	வோல்கா-இம் -லெனின்	வால்கா	ஒசோசோகு	ம	47,000	58,000	1955
12.	புக்தார்மா	இர்டிஷ்	ஒசோசோகு	எ	43,000	53,000	1960
13.	தங்கியான்ஸ் கோவு	ஹான்ஷு	சீனா	எ	41,800	52,000	1962
14.	இர்க்குத்ஸ்க்	அங்காரா	ஒசோசோகு	ம	37,300	46,000	1956
15.	ஃஹுவர்	கொலராடோ	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	க.அ	31,250	39,000	1936
16.	சுந்தா	கூயிலூ	காங்கோ	க.அ	28,375	35,000	1961
17.	வோல்கா 22ஆம் ஆயம்	வால்கா	ஒசோசோகு	ம	27,200	34,000	1958
18.	கிளென் கான்யான்	கொலராடா	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	க.அ	27,000	33,000	1964
19.	சியா	சியா	ஒசோசோகு	ம	26,000	32,000	1974
20.	வாலரியோ துருசானோ	தெரிகுவால் சுயிலோ	மெச்சிகோ	ம,க	26,000	32,000	1964

ஒசோசோகு:-ஒன்றிய சோசலிச சோவியத் குடியரசுகள்

க-கல்லணை; எ-எடைஅணை; க. அ:-கமான் அணை; ம-மண்அணை; ப.க-பலகமான் அணை.

உயரமான உலக அணைகள்

வரிசை எண்	அணையின் பெயர்	ஆறு	நாடு	வகை	உயரம் அடி	உயரம் மீ	முடிந்த ஆண்டு
1.	நுரெக்	வாக்ஷ்	ஒசோசோகு	ம	1,017	310	1973
2.	இங்கூரி	இங்கூரி	ஒசோசோகு	க.அ	988	301	1974
3.	கிராண்ட் டிக்கென்சு	டிக்கென்சு	சுவிட்சர்லாந்து	எ	932	284	1962
4.	வையாந்த்	வையாந்த்	இத்தாலி	க.அ	858	262	1961
5.	மாவாயிசின்	டிரான்சு டிபேக்னெசு	சுவிட்சர்லாந்து	க.அ	777	237	1958
6.	மைக்கா	கொலம்பியா	கானடா	க	800	244	1973
7.	சயான்ஸ்காயா	யெனிசீ	ஒசோசோகு	க.அ	774	236	1975
8.	ஆரோவில்	ஃபெதர்	அமெரிக்கா ஒன்றிய நாடுகள்	ம	770	235	1967
9.	சிர்க்கேன்ஸ்காயா	கலாக்	ஒசோசோகு	க.அ	764	233	1973
10.	கண்டிரா	வேர்செசுக்கா	சுவிட்சர்லாந்து	க.அ	754	230	1965
11.	பக்ரா	சட்லெஜ்	இந்தியா	எ	740	226	1963
12.	ஹூவர்	கொலராடோ	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	க.அ	726	221	1936
13.	மிராதிஞ்சி	பிவா	யூக்கோசு-லேவியா	க.அ	721	220	1971
14.	கிளென்கான் யான்	கொலராடோ	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	க.அ	710	216	1964
15.	தக்தோகுல்	நாரின்	ஒசோசோகு	க.அ	705	215	1972
16.	மணிகவுகான் 5	மணிகவுகான்	கானடா	ப.க	704	215	1968
17.	துவோர்சாக்	கிளியர்வாட்டர்	அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	எ	693	211	1970
18.	இலஜ்ஜோன்	பிரென்னோ டிலஜ்ஜோன்	சுவிட்சர்லாந்து	க.அ	682	208	1963
19.	கெபான்	யூப்ரட்டீஸ்	துருக்கி	ம.க	672	205	1972
20.	பாகுலெவி	தேஜ்	இரான்	க.அ	668	204	1963

ஒசோசோகு : ஒன்றிய சோசலிச சோவியத் குடியரசுகள்.

க—கல்லணை; எ—எடை அணை; க.அ—கமான் அணை; ம—மண் அணை; ப.க—பல கமான் அணை

களிப்புடன் பொழுதுபோக்க ஏற்ற இனிய சூழ்நிலை யைத் தரும்.

அணையைப் பேணுதல். அன்றாடம் வரும் நீரைச் சேகரிப்பதற்கும், ஆற்றில் வெளியேற்றப்பட வேண்டிய அளவுகளும், மதகுகளின் மூலம் கால்வாய்களில் அனுப்ப வேண்டிய அளவுகளும், குறிப்பிட்ட விதி களும் கோத்து வைக்கப்பட வேண்டும். எல்லாவற்றிற் கும் மேலாக வெள்ளம் பெருக்கெடுத்து வரும்போது அங்கு செயல்படும் பொறியாளர் என்னென்ன வகை யில் மிகை நீர்ப் போக்கிகளை இயக்க வேண்டும், வெள்ளப் போக்கை யார் யாருக்கு அவசரச் செய்திகள் மூலம் தெரிவிக்க வேண்டும், என்றெல்லாம் வரிசைப் படுத்திக் குறிக்கப்பட்டுள்ள வெள்ள விதிகளும் பின் பற்றப்பட வேண்டும்.

பல்வேறு சாதனங்கள், அவற்றை இயக்கும் இயந் திரங்கள் இவற்றைச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளுதல், எப்போதும் பழுதேற்படாமல் துடைத்து எண்ணெய் விட்டுத் தயாராக வைத்தல் ஆகியவற்றிற்குரிய செந்தர முறைகளை அறிந்திருக்க வேண்டும்.

உலகிலும் இந்தியாவிலும் தமிழ் நாட்டிலும் இது வரை ஏற்படுத்தப்பட்ட நீர்த்தேக்கங்களும், கட்டப் பட்ட அணைகளும் முன்கண்ட அட்டவணைகளில் வரிசைப்படுத்திக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆ. மோ.

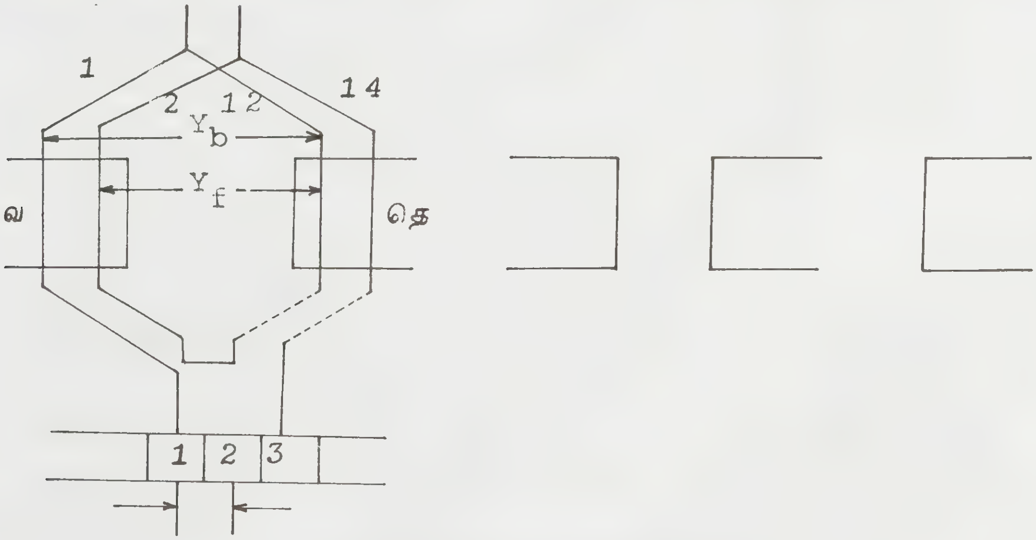
அணை சுருணை

தற்கால நேர்மின்னோட்டப் பொறிகளில் (Direct current machines) பொதுவாக இரண்டு வகையான சுருணை (Winding) அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. அவையாவன: 1. அணைசுருணை (Lap winding), 2. அலைச் சுருணை (Wave winding) என்பன. இந்த இரண்டு சுருணைகளும் பொதுவாக நேர், எதிர் மின்தொடிகளின் (Brushes) இடையே உள்ள மின்பாதைகளின் எண்ணிக்கை, சுருள் முடிவு களை மின்திரட்டித் துண்டத்துடன் (Commutator segment) இணைக்கும் முறை ஆகியவற்றில் வேறுபடு கின்றன. காண்க, அலைச்சுருணை.

அணைசுருணை. இவ்வகைச் சுருணையில், முதல் சுருளின் முடிவு (F_1), இரண்டாவது சுருளின் தொடக் கத்துடன் (S_2) இணைக்கப்பட வேண்டும். மேலும் மேற்சொன்ன இரண்டு சுருள்களும் ஒரே துருவத்தின் பகுதியிலிருக்க வேண்டும். F_1 -ஐயும், S_2 -ஐயும் இணைக்கும் இணைப்பு, மின்திரட்டியின் இரண்டாவது துண்டத்தில் இணைக்கப்படும். முதல் சுருளின் தொடக் கத்தையும், கடைசிச் சுருளின் முடிவையும் இணைத்த இணைப்பு மின்திரட்டியின் முதல் துண்டத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அணைசுருணைகளை விவரிப் பதற்கு முன்னால் அவற்றுடன் தொடர்புள்ள சில சொற்களின் விளக்கங்களைத் தெரிந்து கொள்வோம்.

சுருணைகளின் இடைவெளிகள் (Winding Pitches)

பின்புற இடைவெளி. மேல்சுருள்பக்கத்திற்கும் கீழ்ச் சுருள்பக்கத்திற்கும் இடையே உள்ள மின்னகத்தைச் சுற்றி அளக்கப்படும் தொலைவே பின்புற இடைவெளி (Back pitch). இதை Y_b எனலாம். இந்தப் பின்புற இடைவெளி, Y_b, சுருள் பக்கங்களால் குறிப்பிடப்படும். பின்புற இடைவெளி இரட்டைப் படை, ஒற்றைப் படை எண்களுக்குள்ள வேறுபாடாக அமைவதால், அது எப்பொழுதும் ஒற்றைப்படை முழு எண்ணாகவே அமையும். அதாவது,



படம் 1. அணை சுருணை - இடைவெளிகள்

$$Y_b = 12\text{-}1 = 11$$

பின்புற இடைவெளி சுருளின் அளவைத் தீர்மானிக்கும். மேலும் இது ஒரு துருவத்தில் உள்ள மொத்தச் சுருள் பக்கங்களுக்குக் கிட்டத்தட்டச் சமமாக இருக்கும்.

முன்புற இடைவெளி. ஒரு மின்திரட்டித் துண்டத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ள சுருள் பக்கங்களின் இடையே உள்ள தூரம் முன்புற இடைவெளி (Front pitch) என வழங்கப்படுகிறது. அதை Y_f எனலாம். படத்திலிருந்து $Y_f = 12\text{-}3 = 9$. இதிலிருந்து அணைசுருணையின் Y_f ஒற்றைப்படை முழு எண்ணாகவே இருக்கும் என்பது தெரிய வருகிறது. நாம் அணை சுருணையின் வழியே தொடரும்போது, இயக்கம் பின்னோக்கி அமையும்; அலைச்சுருணையின் வழியே தொடரும்போது இயக்கம் முன்னோக்கி அமையும். எனவே, முன்புற இடைவெளி எவ்வகைச் சுருணைப் பொறியில் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளது என்பதைத் தீர்மானிக்கப் பயன்படுகிறதே யல்லாமல், சுருள்களின் அளவுகளைத் தீர்மானிப்ப தில்லை.

சுருணை இடைவெளி. இரண்டு அடுத்தடுத்து உள்ள சுருள்களின் தொடக்கப் பகுதிகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு சுருணை இடைவெளி (Winding pitch). சுருணை இடைவெளியும், சுருள் பக்கங்களால் குறிப் பிடப்படும். அணைசுருணையில்,

$$Y = Y_b - Y_f \qquad (1)$$

அலைச்சுருணையில்,

$$Y = Y_b + Y_f \qquad (2)$$

மின்திரட்டி இடைவெளி. சுருளின் தொடக்க, முடிவுப் பகுதிகள் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்திரட்டியின் பகுதி களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு மின்திரட்டி இடை வெளி (Commutator pitch). மேலும் மின்திரட்டி இடைவெளி Y_c எப்போதும் மின்திரட்டித் துண்டங் களால் அளக்கப்படும்.

$$\therefore Y_c = 2 - 1 = 1$$

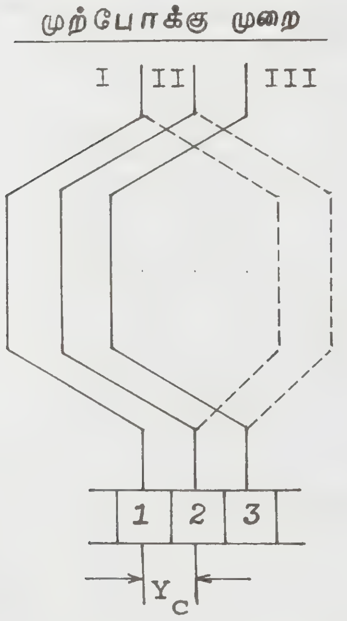
எளிய அணை சுருணை. ஓர் எளிய அணை சுருணையில் பின்புற இடைவெளி Y_b எப்போதும் ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் இருக்கும். அது தோராயமாக ஒரு துருவத்தில் உள்ள சுருள் பக்கங்களுக்குச் சமமாக இருக்கும். ஆகையால்

$$Y_b = \frac{2c}{p} \pm K \qquad (3)$$

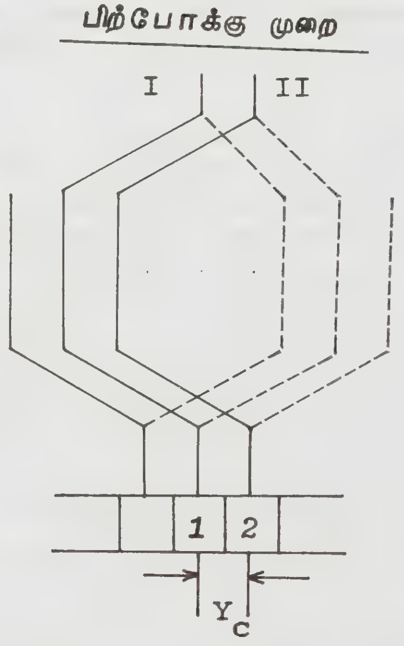
இங்கு, c = மின் திரட்டியில் உள்ள மொத்தச் சுருள்கள்;

p = மொத்தத் துருவங்கள்; k = ஓர் எண். இது Y_b-ஐ ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் கொண்டு வரப் பயன்படுவதோடு மட்டுமல்லாமல், ஒரு துருவத்தில் அடங்கியிருக்கும் சுருள் பக்கங்கள் அளவுக் குக் கிட்டத்தட்டச் சமமாக இருக்கச் செய்யவும் பயன்படும்.

சுருள் பக்கங்கள் மின்திரட்டியுடன் முற்போக்கு (Progressive) அல்லது பிற்போக்கு (Retrogressive) முறையில் இணைக்கப்படுகின்றன.



படம் 2. அ. முற்போக்கு அணை சுருணையின் சுருள் செல்லும் திசை



படம். 2 ஆ. பிற்போக்கு அணைசுருணையின் சுருள் செல்லும் திசை

முற்போக்குச் சுருணை: இதில் சுருள்கள் மின்னோடியைச் சுற்றி எந்தத் திசையில் முன்னோக்கிச் செல்கின்றனவோ, அதே திசையில் மின்திரட்டியுடன் சுருள் பக்கங்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மின் திரட்டியைச் சுற்றி முன்னேறும் முதல் சுருளின் முடிவு வலது பக்கத்தில் இருக்கும் இரண்டாவது சுருளின் தொடக்கப் பகுதியுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும். ஆகையால் முற்போக்குச் சுருணையில்

$$Y = Y_b - Y_f = +2 \quad (4)$$

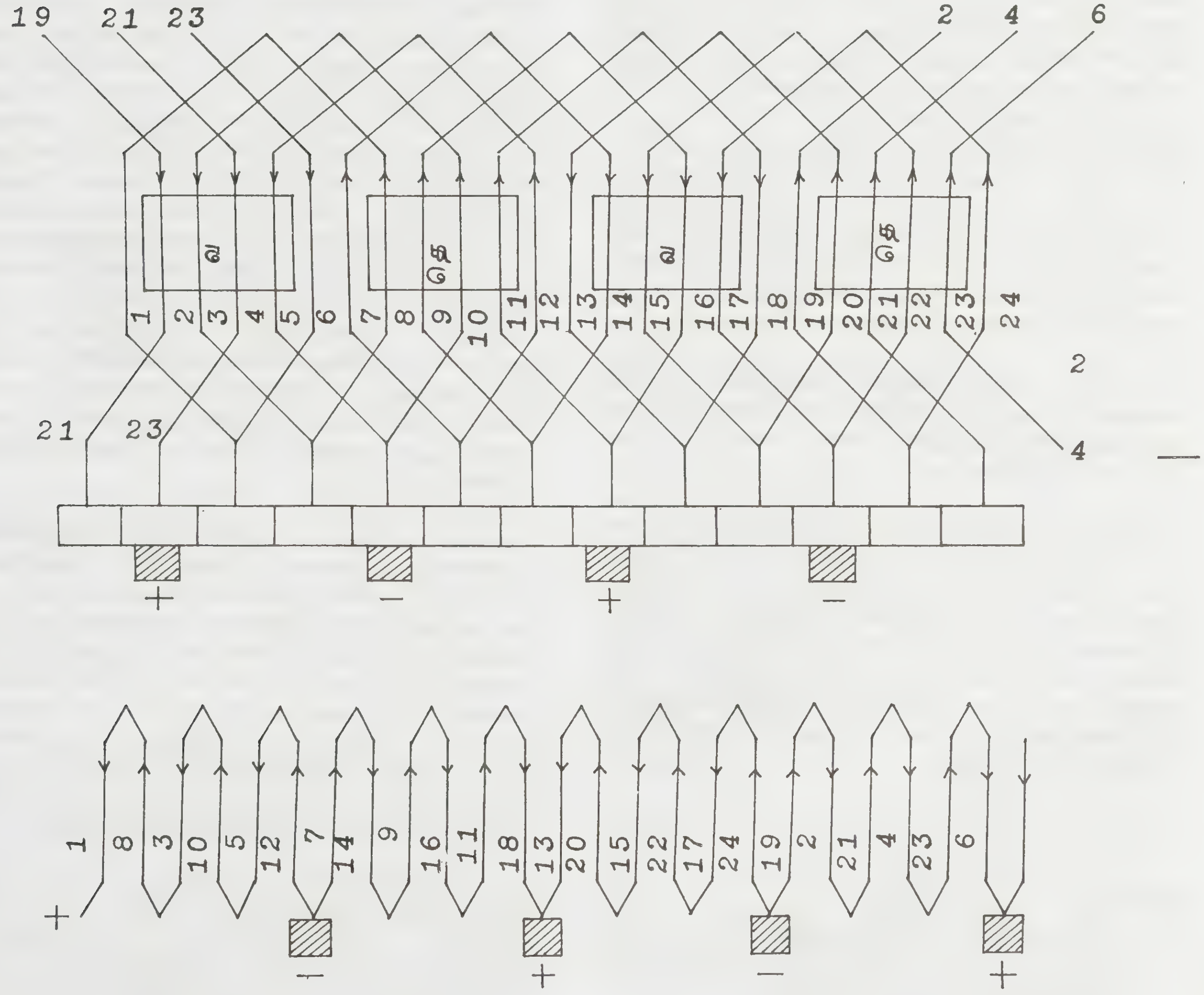
$$Y_c = +1 \quad (5)$$

பிற்போக்குச் சுருணை: (Retrogressive Winding). இந்தச் சுருணையில் சுருள்கள் மின்னோடியைச் சுற்றி எந்தத் திசையில் முன்னோக்கிச் செல்கின்றனவோ, அதற்கு எதிர்த் திசையில் மின்திரட்டியுடன் சுருள் பக்கங்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மின்திரட்டியைச் சுற்றி முன்னேறும் இரண்டாவது சுருளின் முடிவுப்பகுதி இடது பக்கத்தில் உள்ள முதல் சுருளின் தொடக்கப் பகுதியில் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும். ஆகையால் பிற்போக்கு அணை சுருணையில்,

$$Y = Y_b - Y_f = -2 \quad (6)$$

$$Y_c = -1 \quad (7)$$

ஆகவே எளிய (Simplex) அணைசுருணையில் பொதுவாக,



படம் 3. எளிய அணைசுருணையின் விரித்த நிலையில் உள்ள விளக்கப்படம்

$$Y = \pm 2 \quad (8)$$

$$Y_c = \pm 1 \quad (9)$$

பொதுவாக அணைசுருணையில் முற்போக்குச் சுருணை மட்டும்தான் பெரிதும் பயன்படுகிறது. பிற்போக்குச் சுருணை பயன்படல் மிகவும் அரிதே.

எளிய அணை சுருணை

4 துருவங்களையும், 24 மின்கடத்திகளையும், 12 மின் திரட்டித் துண்டங்களையும் (Segments) கொண்ட மின்னோடியின் எளிய அணை சுருணையின் படத்தை வரைதலைக் காண்போம். மொத்தத் துருவங்கள் 4, மொத்தக் கடத்திகள் 24, மொத்த மின்திரட்டியின் துண்டங்கள் 12. ஒரு துருவத்திலுள்ள காடிகள் (Slots/pole) = 12/4 = 3. மொத்தச் சுருள்கள் = C; மொத்த மின்திரட்டித் துண்டங்கள் = 12. எனவே மொத்தச் சுருள்பக்கங்கள் 2c = 2 × 12 = 24. ஒரு காடியில் உள்ள சுருள் பக்கங்கள் (Coil sides/slot) = 24/12 = 2. சமன்பாடு (3)இலிருந்து

$$Y_b = \frac{2c}{p} \pm K = \frac{24}{4} \pm 1 = 6 \pm 1.$$

எனவே $Y_b = 7$-ஆக எடுத்துக் கொண்டால் முதல் காடியின் மேல் பகுதியிலிருக்கும் முதல் சுருள் பக்கம், நான்காவது காடியின் அடிப்பகுதியிலிருக்கும் எட்டாவது சுருள் பக்கத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

எனவே சுருள் இடைவெளி (Coil span) 6 காடிகளாகும். மேலும், இது ஒரு துருவ இடைவெளிக்குச் சமமாவதுடன் முழு இடைவெளிச் சுருள்களைத் (Full pitch coils) தருகிறது.

முழு இடைவெளிச் சுருள்களை எடுத்துக்கொண்டால் சமன்பாடு (4)இலிருந்து முன்னோக்கிச் செல்லும் சுருணைக்கு $Y_b = 7$, $Y_f = Y_b - 2 = 7 - 2 = 5$ ஆகும். இம் மின்னோடியின் முழு இடைவெளி உள்ள அணை சுருணையின் படம் மேலே விரித்த நிலையில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. அதில் நேர், எதிர் மின்தொடிகளை (Brush) அமைத்து மின்திரட்டியின் துண்டத்திலிருந்து மின்னோட்டம் எடுக்கப்படவேண்டிய இடங்களும் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன.

ந. சு.

நூலோதி

1. **McGraw-Hill** *Encyclopaedia of Science & Tehcnology*, Vol. 14, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.
2. **Vinogradov**, *Electrical Machine Winder*, Third Edition, Mir Publishers, Moscow, 1982.

அணைவு

அணைவு (Lapping) பரப்பு சீரமைக்கும் ஒரு முறை. இதனால் பொருள்களின் மேற்பரப்பைச் சீராக்கிச் சொர சொரப்பை நீக்கலாம். பொருள்களின் வடிவத்தையும் உருவத்தையும் வேண்டிய அளவுக்குத் துல்லியமாக்கலாம். இணையும் எந்திர உறுப்புகள் இடைவெளியின்றிப் பொருந்த இது உதவும். அணைவு முறையால் பொருள்களின் கனம் நூறில் இரண்டு அல்லது மூன்று பங்கு மில்லிமீட்டர் அளவுகூடத் தேய்வதில்லை. ஆனால் அதன் மேற்பரப்பு 0.02 மைக்ரான் (Micron) அளவுக்கு மேடுபள்ளங்களின்றிச் சீர்படுகிறது.

வைரம், சிலிக்கான் கார்பைடு (Silicon carbide), அலுமினியம் ஆக்சைடு (Aluminium oxide), போரான் நைட்ரைடு (Boron nitride) போன்ற கடினச் சிராய்ப்புப் பொருள்களின் (Abrasives) பொடிகள் அணைவுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இப்பொடிகள் 50 முதல் 800 சல்லடைக்கண்ணி (Mesh) அளவுகளிலும் தரங்களிலும் கிடைக்கின்றன. இக்கடினப் பொடிகள் வேறொரு பொருளின் மேல் உராய்ந்தால் அப்பொருளின் மேற்பரப்பு தேய்வடைகிறது. பொடிக்கு எந்தவித தேய்மானமும் இல்லை. இப்பொடிகளை நேரடியாகவோ அல்லது மண்ணெண்ணெயுடன் கலந்து பசையாகவோ பயன்படுத்தலாம். மண்ணெண்ணெய்க்குப் பதிலாக வேறு பிற எண்ணெய், சவர்க்கார நீர் (Soap Water), கொழுப்பு, வாசிலைன், மெழுகு போன்றவற்றையும் பயன்படுத்தலாம். இப்பசையை ஒரு தகட்டின் (அதாவது அணைவுத் தகட்டின்) அடியில் பூசி அத்தகட்டைச் சீரமைக்க வேண்டிய பொருளின் மேற்பரப்பில் தேய்க்க வேண்டும். இதனால் மேற்பரப்பு சீரடைகிறது. நுண்ணிய மேடுபள்ளங்கள் சமன்படுத்தப்படுகின்றன.

இத்தகைய பரப்புச் சீரமைத்தலை எந்திரங்களின் உதவியால் செய்யலாம் அல்லது நமது கைகளினால் செய்யலாம். பசை பூசப்பட்ட அணைவுத் தகடு கடைசல் எந்திரத்திலோ அல்லது துளையிடும் எந்திரத்திலோ பொருத்தப்பட்டு வேகமாகச் சுழற்றப்படுகிறது. அணைவுத் தகட்டின் கீழே வைக்கப்பட்டுள்ள சீரமைக்க வேண்டிய பொருளின் மேல் இப்பசை உராய்வதால் அதன் பரப்பு சீரடைகிறது. இதற்கு எந்திர அணைவு என்று பெயர். இவையன்றியும் அணைவு முறைக்கென்றே வடிவமைக்கப்பட்ட எந்திரங்கள் பல உண்டு. அவற்றிற்கு அணைவு எந்திரங்கள் என்று பெயர்.

இவ்வெந்திரங்களின் உதவியால் தட்டையான அல்லது உருண்டையான பொருள்களின் வெளிப்பக்கத்தையோ உள் பக்கத்தையோ சீரமைக்கலாம். தட்டையான பொருளுக்கு அதற்கேற்ற தட்டையான, வரிப்பள்ளம் உள்ள அணைவுத்தகடு பயன்படுத்தப்படும். பசை ஏற்றப்பட்ட அத்தகட்டில் உள்ள வரிப்பள்ளம் பசை வெளியே வழிந்தோடா வண்ணம் பாது

காக்கிறது. மேலும் சமமாகச் சீரமைக்க வசதியாக, எந்திரத்தில் பொருத்தப்பட்ட இத்தகடு, அடிக்கடி திசை மாறிப் பொருளின் எல்லா இடங்களிலும் தேய்க்கிறது. உருண்டையான பொருளின் உள்பரப்பைச் சீரமைக்க வசதியாக உருண்டை வடிவ அணைவுத்தகடு பயன்படுத்தப்படுகிறது

பெரும்பாலும் அணைவுத்தகடு சீரமைக்க வேண்டிய பொருளைவிட மெத்தென இருக்கும். எனவே, தேய்க்கும்பொழுது, தேய்க்கும் பொடி இத்தகட்டில் பதிந்துவிடுகிறது. இதனால் சீரமைக்கும் பணி சமமாக நடைபெறுகிறது. தாமிரம், மென்வார்ப்பிரும்பு போன்றவை அணைவுத் தகடு செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சில சமயம் பசைக்குப் பதிலாக இப்பொடிகள் பூசப்பட்ட (Coated) அல்லது பொடிகள் சுட்டுப் பிணைக்கப்பட்ட (Bonded) சக்கரங்கள் அணைவுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சாணை பிடிக்கும் முறையைவிட இது மென்மையான ஓர் உற்பத்தி முறையாகும். வான ஊர்திகள், தானியங்கி ஊர்திகள், மற்றும் பல எந்திரங்களில் இவ்வாறு அணைவு செய்யப்பட்ட உறுப்புகள் பொருத்தப்படுகின்றன. பற்சக்கரங்களின் பற்கள், அளவுத் துண்டு (Gauge block), உலக்கை (Piston), உலக்கை இயங்கும் உருளை (Cylinder), அச்சுத்தண்டு (Shaft), தாங்கித் தளம் (Bearing race), தாங்கிக் கிண்ணம் (Bearing cup) போன்ற பல எந்திர உறுப்புகள் அணைவு முறையால் சீரமைக்கப்படுகின்றன.

செ. வை. சா.

நூலோதி

1. **Lawrence E. Doyle** *''Manufacturing Processes and Materials for Engineers'* - Prentice Hall Inc., U.S.A., 1969.
2. **H.M.T., Bangalore,***'Production Technology'* Tata McGraw-Hill Publishing Co. Ltd., New Delhi, 1980.

அணைவு வேதியியல்

இது ஒருங்கிணைவு வேதியியல் (coordination chemistry) என்றும் அழைக்கப்படும். இது ஒரு மிகப் பெரிய ஆய்வாளர் குழுவின் ஆர்வத்தை ஈர்க்கும் வேதியியலின் பல்வேறு பிரிவுகளில் மிகப் பெரிய ஒன்றாகும். கனிம வேதியியலின் ஒரு பிரிவாக இதனைக் கருதினாலும், இது ஒரு தனிப்பிரிவாகவே முகிழ்க்க இயலும் தன்மையது. ஏனெனில் இதன் வளர்ச்சியில் கணிசமான கரிம வேதியியல் (organic chemistry), இயற்பு வேதியியல் (physical chemistry) தத்துவங்கள் பொதிந்துள்ளன. அணைவு அல்லது ஒருங்கிணைவு என்ற சொற்றொடர் தோன்றுதொட்டு அதற்கென்று ஒதுக்கப்பட்டு வந்த எல்லையை விட மிக அதிகமானதொரு பரப்பினை உள்ளடக்கவேண்டும். நீர் போன்ற ஒரு முனைவுள்ள கரைப்பானில் (polar solvent) நிகழும் எந்த ஒரு வினையும் உண்மையில் அணைவு அல்லது ஒருங்கிணைவு வினையே ஆகும். நீரிய ஊடகத்தில் உள்ள எல்லா அயனி இனங்களும் ஒருங்கிணைவு பெற்றவையே. எனவே அவையனைத்தையும் அணைவுப் படைப்புகள் எனலாம். என்றாலும் நடைமுறையில் அச்சொல் சில வகைகளுக்கு மட்டுமே உரித்தாக்கப்படுகிறது.

வளர்ச்சி வரலாறு.

அணைவுச்சேர்ம வேதியியல் எப்பொழுது தொடங்கியது என்பதனை உறுதியாகக் கூற இயலாது. இப்போது $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ எனக் குறிப்பிடப்பெறும் நீர்க்கரைசலில் உண்டாகும் நீலநிறம் வாய்ந்த பொருளின் விளக்கம் 1599ஆம் ஆண்டு ஏ. லிபேவியஸ் என்ற வேதியியல் வல்லுநரால் தரப்பட்டது. இந்நிகழ்ச்சியினை அணைவுச் சேர்ம வேதியியலின் தொடக்கம் எனக் கொள்ளலாம். பின்னர் 1704ஆம் ஆண்டில் இப்பொழுது $Fe[Fe(CN)_6]$ எனக் குறிப்பிடப்பெறும் பிரஷ்யன் நீலம் எனவழங்கப்படும் பொருள் டீஸ்பாக் (Diesback) என்பவரால் பெறப்பட்டது. சிட்டோயன் டாசர்ட் (Citoyen Tassert) என்பவரால் காணப்பட்ட காப்பி நிறம் வாய்ந்த, இப்பொழுது $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ எனக் குறிப்பிடப்படும் அயனி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட 1798 ஆம் ஆண்டே இத்துறையின் உண்மையான தொடக்கம் எனப் பெரும்பாலும் கருதப்படுகிறது. அக்காலத்திலிருந்து 1893ஆம் ஆண்டு வரை இத்துறையில் ஆய்வுகள் நடத்திய வேதியியல் அறிஞர்களில் கஸ்டாஸ் மாக்னஸ் (Gustas Magnus), வில்லியம் கிறிஸ்டோஃபர் சைசே (William Christopher Zeise), தாமஸ் கிரஹாம் (Thomas Graham), கிறிஸ்டியன் வில்ஹெல்ம் புளூம்ஸ்ட்ராண்டு (Christian Wilhelm Bloomstrand) என்பவரும், ஆல்பிரட் வெர்னர் (Alfred Werner) என்பவரும் தனித்தனியே பல்வேறு முக்கிய ஆய்வுகள் செய்து இத்துறையின் வளர்ச்சியினை ஒழுங்குபடுத்தினர். இத்துறையில் ஆழ்ந்தும், விரிவாகவும் வேறு ஆய்வுகள் நிகழ்த்தி, அதன் விளைவாக மிகச் சிறப்பான புதுமை நிறைந்த விளக்கத்தினை வழங்கிய ஆல்பிரட் வெர்னரை, 'அணைவுச்சேர்ம வேதியியலின் தந்தை' எனக் கருதுவது மிகவும் பொருத்தமாகும். ஆல்பிரட் வெர்னர் வழங்கிய, அதுவரை கண்டறியப்பட்ட ஆய்வுகளின் அறிவியல் விளக்கம் இத்துறையின் முறையான வளர்ச்சிக்கு வித்திட்டது. வெர்னரின் முடிவுகளுக்குக் காரணமாய் அமைந்த பல்வேறு சோதனைகளில் மின் கடத்து திறனிலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகள் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். பிளாட்டினம் (II) குளோ[illegible] போன்ற உலோக குளோரைடுகள் ஒன்றுக்[illegible] பட்ட பல அம்மோனியா மூலக்கூறுகளுட[illegible] வினை புரியும் பொழுது அவற்றின் மின்கடத்தும் திறன் படிப்

படியாகக் குறைகின்றது என முன்னரே கண்டறியப் பட்டது. இந்த வினையில் விளையும் பொருள்களில் அம்மோனியாவின் குணங்களைக் காண்பதோ, அல்லது இப்பொருள்களிலிருந்து அம்மோனியாவை இரட்டைச் சிதைவு மூலம் (double decomposition) பெறுவதோ கடினம் எனக் கண்டறியப்பட்டது. இந்த ஆய்வுகளே வெர்னரின் கொள்கைக்கு அடிப்படையாகும். இந்த முடிவுகளின் விளக்கத்தை 1893 ஆம் ஆண்டு வெர்னர் வெளியிட்டார். 1913 ஆம் ஆண்டு இந்தச் சிறந்த சாதனைக்காக வெர்னருக்கு வேதியியல் துறைக்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. இதனையும் இதனுடன் இணைந்த ஆய்வுகளின் முடிவுகளையும் விளக்க வெர்னர் அணைவுக் கொள்கையினை வெளியிட்டார்.

மாற்றியம்

அணைவுச் சேர்மங்களில் கரிம வேதியியலில் காண்பதை விட அதிகமான மாற்றிய வகைகளைக் காண்கிறோம். தொடக்க காலத்தில் அணைவுச் சேர்ம வேதியியலின் வளர்ச்சிக்கு அச்சேர்மங்கள் அமைந்த மாற்றியங்களின் (Isomers) ஆய்வு முக்கிய காரணங்களில் ஒன்றாக அமைந்திருந்தது எனலாம்.

இச்சேர்மங்களில் காண இயலும் மாற்றியங்களின் முக்கிய வகைகள் ஒவ்வொன்றும் சில மேற்கோள்களுடன் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

அயனியாதல் மாற்றியம்

ஒரே மாதிரியான விகித வாய்ப்பாட்டினைக் கொண்ட சேர்மங்கள் வேறுவிதமான அயனிகளைத் தருவது அயனியாதல் மாற்றியம் (Ionisation isomerism) ஆகும்.

$$[Co(NH_3\ அ)_5Br)]\ SO_4 - [Co(NH_3\ ஆ)_5SO_4]Br$$

'அ' புரோமைடு அயனியையும், 'ஆ' சல்ஃபேட் அயனியையும் கொடுக்கும், மைய அணு அல்லது அயனியின் அணைவு மண்டலத்தில் (Coordination sphere) அமைந்துள்ள அணுத் தொகுதிகள் அல்லது அயனிகள், மின் முனைப் பிணைப்பினால் (Electrovalent bond) இணைந்தவற்றைக் காட்டிலும், இறுக்கமாக இணைவதால் இந்த நிலை ஏற்படுகிறது. கீழ்க்காணும் மூன்று மேற்கோள்களிலும் அயனியாதல் மாற்றியம் காணப்படுகிறது.

$$[Co(NH_3)_5Br]\ C_2O_4 \quad - \quad [Co(NH_3)_5C_2O_4]Br$$
$$[Co(en)_2(NO_2)Cl]\ NO_2 \quad - \quad [Co(en)_2(NO_2)_2]\ Cl$$
$$[Co(en)_2(NCS)Cl]\ NCS \quad - \quad [Co(en)_2(NCS)_2]\ Cl$$

நீர்ம மாற்றியம்

அயனியாகும் மாற்றியம், ஒரு சேர்மத்தில் அணைவுக் கூட்டிலுள்ள ஓர் அயனியும் மின் பிணைப்பாலான மற்றோர் அயனியும் இடமாற்றம் புரிவதால் விளைகிறது. இந்த இடமாற்றத்தில் இரண்டு அயனிகளுக்குப் பதிலாக ஓர் அயனியும் ஒரு நீர்ம மூலக்கூறு அல்லது நடுநிலை மூலக்கூறு ஆகியவற்றின் இடையே நிகழ்ந்தால் அது நீர்ம மாற்றியம் எனப்படும்.

$$[Co(NH_3)_4(H_2O)C_1]\ C_2 - [Co(NH_3)_4C_2C_1]\ H_2O$$
$$[Co(NH_3)_3(H_2O)_2Cl]\ Br_2 - [Co(NH_3)_3(H_2O)(Cl)\ Br\cdot H_2O]$$
$$[Co(NH_3)_4(H_2O)Cl]\ Br_2 - [Co(NH_3)_4Br_2]\ Cl\cdot H_2O$$

உள்ளமைப்பு அல்லது இணைப்பு மாற்றியம்

ஒரு சில சூழினங்கள் (ligands) ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான் வழங்கும் அணுக்களைப் பெற்றிருக்கும். அத்தகைய சூழினங்கள் எந்த அணுவின் மூலம் மைய அணுவுடன் ஒருங்கிணைவுப் பிணைப்பால் இணைந்துள்ளன என்பதனைப் பொறுத்து அமைப்புகள் மாறுபடும். இது அமைப்பு அல்லது இணைப்பு மாற்றியம் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, $-NO_2$ தொகுதி நைட்ரஜன் அல்லது ஆக்சிஜன் வழியாகப் பிணைக்கப்படலாம். அதைப் போன்று -SCN தொகுதி சல்ஃபர் அல்லது நைட்ரஜன் வழியாக இணையலாம். இதனால் மாறுபட்ட அமைப்புடைய சேர்மங்கள்விளையும்.

$$[Co(NH_3)_5(-ONO)]Cl_2 - [Co(NH_3)_5(-NO_2)]\ Cl_2$$

ஒருங்கிணைவு மாற்றியம்

ஓர் ஒருங்கிணைவுச் சேர்மத்தில் நேர்மின் அயனி எதிர்மின் அயனி ஆகிய இரண்டுமே ஒருங்கிணை அமைப்புகளாக இருப்பின் அவற்றின் இடையே சூழினங்கள் இடமாற்றம் பெறுவதால் விளைவது ஒருங்கிணைவு மாற்றியம் (Co-ordination isomerism) எனப்படும்.

$$[Co(en)_3]\ [Cr(CN)_6] \quad - \quad [Cr(en)_3]\ [Co(CN)_6]$$
$$[Cu(NH_3)_4]\ [PtCl_4] \quad - \quad [Pt(NH_3)_4]\ [CuCl_4]$$

முப்பரிமாண (வெளிவடிவ) மாற்றியம்

இது மைய அணுவைச் சுற்றியுள்ள தொகுதிகள் புறவழியில் வேறுபட்டு அமைவதனால் விளைகின்ற மாற்றியம் ஆகும். மாற்றிய வகைகளிலேயே இது முக்கியமானதொன்றாகும்.

முப்பரிமாண மாற்றியம் (Stereoisomerism), புறவழி மாற்றியம் (Geometric isomerism), ஒளிசுழற்றும் மாற்றியம் (Optical isomerism) ஆகியவை அடங்கும். இத்தகைய மாற்றியம் ஒருங்கிணைவு எண் (Co-ordination number) 4,6, மேலும் 8-க்கு மேற்பட்ட எண்கள் அமைந்த சேர்மத்தில் சிறப்பாக அமையும். ஒருசில ஒருங்கிணைவு எண் உடைய சேர்மங்களில் அமைந்துள்ள அல்லது அமைந்திராத மாற்றியங்களின் துணை கொண்டு அவற்றின் வடிவ அமைப்பினைப் பற்றிய உண்மைகளைப் பெறலாம்.

பலபடி மாற்றியம்

இத்தகைய மாற்றியங்களில் அடிப்படைச் சேர்ம வாய்பாடுகளே வேறுபடுவதால் இவற்றை மாற்றியங்கள் எனக் கருதுவது பொருத்தமாகாது. இவற்றின் அடிப்படைத் தொகுதியின் வாய்பாடு (Stoichiometric formula) மட்டுமே பொதுவாக அமையும். ஒரே வாய்பாட்டின் வேறுபட்ட பலபடிகளினால் விளைவதே பலபடி மாற்றியம் (polymorphism) எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ என்ற வாய்பாட்டிற்கு அமைந்த பலபடி மாற்றியங்கள் பின் காண்பவையாகும்.

$$[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$$
$$[Co(NH_3)_6][Co(NO_2)_6]$$
$$[Co(NH_3)_5(NO_2)][Co(NH_3)(NO_2)_5]$$

ஒருங்கிணைவுப் பிணைப்புப் பற்றிய கொள்கைகள்:

1950இலிருந்து ஒருங்கிணைவுப் பிணைப்புப் பற்றிய கொள்கைகளில் குறிப்பிடத்தகுந்த வளர்ச்சியும் ஆர்வமும் இருந்து வருகிறது. இப்பிணைப்புப் பற்றிய கொள்கையில் மூன்று முக்கிய அணுகு முறைகள் உள்ளன.

(1) ஒருங்கிணைவுப் பிணைப்பை, சிறப்பாக, ஒரு சக பிணைப்பாகக் (Covalent bond) கருதும் இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை (valence bond theory).

2) நிலைமின்னியல்படிகப் புலக் கொள்கையும் (electrostatic crystal field theory) அதன் மாற்றமைப்பு வடிவமுமான சூழினப்புலக்கொள்கையும். இது ஒருங்கிணைவுச் சேர்மத்தின் உலோகச் சூழின இடையீட்டைச் சிறப்பாக நிலைமின்னியல் தன்மையுடையதாகக் கருதுகிறது.

(3) முற்றிலும் சகபிணைப்புத் தன்மையிலிருந்து, சிறப்பாக நிலைமின்னியல் பண்பு வரை உள்ள வரம்பெல்லைக்குள் நிகழும் இடையீடுகள் பற்றிய எல்லா வாய்ப்புக் கூறுகளையும் உட்கொண்ட மூலக்கூற்றுச் சுழலகக் கொள்கை. ஒவ்வொரு கொள்கையும் அதற்கே உரித்தான சிறப்புகளையும் அதேசமயம் குறைபாடுகளையும் பெற்றுள்ளது.

அணைவு எண் -

லிகாண்ட்கள் (ligands) அல்லது சூழினங்கள் எனக் குறிப்பிடப்படும் சிறு மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகள் அல்லது அணுக்களின் தொகுதியால் சூழப்பட்ட ஒரு மைய அயனி அல்லது அணுவின் அடக்கம் என, ஓர் அணைவுச் சேர்மத்தை (coordination compound or coordination complex) உருவமைக்கலாம். இவற்றை ஒருங்கிணைவுச் சேர்மங்கள் எனலாம்.

அத்தகைய அணைவில் உள்ள மைய அயனியைச் சுற்றியுள்ள சூழினங்களின் எண்ணிக்கை அணைவு எண் எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஓர் அணைவுச் சேர்மத்தின் வரிவடிவமும் (structure) மூவளவமைப்பும் (three-dimensional shape) அணைவு எண்ணைப் பொறுத்துள்ளன. அத்தகைய சேர்மங்களின் பெரும் எண்ணிக்கையின் அணைவு எண் ஆறு ஆகும். அணைவு எண் 4 இரண்டாவது இடம் வகிக்கிறது. இரண்டு முதல் 9 வரையுள்ள அணைவு எண்கள், எடை மிகுந்த லாந்தனைடுகள், ஆக்டினைடுகள் ஆகியவற்றின் சேர்மங்களில் நன்கு நிறுவப்பட்டுள்ளன. சில சமயங்களில், ஒரே அயனி, ஒன்று அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட அணைவு எண்களைப் பெற்றிருக்கலாம். பன்னிரண்டுக்கு மேற்பட்ட அணைவு எண்கள் கொண்ட அணைவுகளும் உண்டு.

அணைவு எண் - 2

இவ்வகையில் இரண்டு வரிவடிவங்கள் இருக்கக்கூடும். அவை நீள் வடிவம் (linear structure), வளை வடிவம் (bent structure) என்பன. இரண்டு இணைதிறன் கொண்ட தனிமங்களடங்கிய எண்ணற்ற மூலக்கூற்றுச் சேர்மங்களில் இரண்டு அணைவு காணப்படுகிறது.

அவற்றின் சமன்பாட்டுத்தன்மையைக் கொண்டு நோக்கும்போது, அவ்வகைச் சேர்மங்கள் இருக்கக்கூடும் என உய்த்துணர முடிந்தாலும் அவற்றிற்கான சான்றுகள் எளிதில் கிடைப்பதில்லை. இதற்கான காரணம், சில சூழினங்கள் இரண்டு மைய அணுக்களுக்குமிடையில் ஒரு பாலப்பிணைப்பு உருவாக்குதலேயாகும். இதனால் உயர் அணைவு எண்கள் உருவாகிவிடுகின்றன. இத்தகைய இரண்டு அணைவு எண்கள் Cu (I), Au (I), Ag (I), Hg (II) ஆகியவற்றின் அணைவுகளில் மட்டுமே காணக்கிடைக்கின்றன. இவ்வகைப்பட்ட அணைவுகளில் உலோக அயனி, இரண்டு சூழின அணுக்கள் ஆகியவை நீள்வடிவத்தில் அமைந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டுகள், $[ClCuCl]^-$ $[H_3N\,Ag\,NH_3]^+$ $[ClAuCl]^-$, [NCHgCN]. நீள்வடிவம் கொண்ட $[UO_2]^{2+}$ ' $[UO_2]^+$ போன்ற நேரயனிகளில் அடங்கிய அணுக்கள், இரண்டு அணைவு எண் பெற்றுள்ளதாகக் கருதலாம். ஆனால் இந்த ஆக்சோ நேரயனிகள் (cations), மேலும் சில சூழினங்களுடன் சற்று வன்மையாகவே இடையீடுறுவதால் அவற்றின் அணைவு எண்கள் மதிப்பில் உயர்ந்துவிடுகின்றன.

அணைவு எண்-3

மூன்று அணைவில் மிகவும் சமச்சீரமை பெற்ற அமைப்புகள் சமதளமும் (planar), சாய்தளக் கோபுர வடிவமும் (pyramidal) ஆகும். இவ்விரண்டு அமைப்புகளும், மூன்று இணைதிறன் (valency) கொண்ட மையத் தனிமங்களால் உருவான மூலக்கூறுகளிடையில் அடிக்கடி காணப்படுகின்றன. உலோக அணைவுகளில் மூன்று அணைவு வெகுவாக இருப்பதில்லை. சமன்பாட்டுத்

தன்மை கொண்ட அநேக உலோக அணைவுகளில், உண்மையான அணைவு எண் மூன்றை விட அதிகம், ஏனெனில், இவற்றில் சூழினங்கள் பகிர்ந்து கொள்ளப் படுகின்றன. என்றாலும் மூன்று அணைவு எண்கள் நன்கு இனமறியத்தக்க வகையில் சில அணைவுகள் இருக்கவே செய்கின்றன. பின்வருவன இதற்குச் சில எடுத்துக் காட்டுகள் ஆகும்.

சமதள அமைப்புகள் : $[(CH_3)_3S^+]$, $[HgI_3)^-$, $Cr(NR_2)_3$ இல் அமைந்துள்ள ML^3 தொகுதிகள், $Fe(NR_2)_3$ $- R = (CH_3)_3$. சில Cr (III) அல்லது Ni (I) T — வடிவ அல்லது சாய்தள கோபுர வடிவ முடைய அணைவுகள்.

அணைவு எண்-4

அணைவுச் சேர்மங்களில் இரண்டாவதாக மிகச் சாதரணமாகச் சாணப்படுவதும், அதிகமான அணைவுச் சேர்மங்களில் அடங்கியுள்ளதுமான அணைவு எண் நான்கு ஆகும். அநேகமான நான்கு அணைவு எண் கொண்ட அணைவுகள் கார்பன் தொகுதித் தனிமங்களான, சிலிக்கன் (silicon), ஜெர்மேனியம் (germanium), வெள்ளீயம் (tin) போன்றவற்றால் உருவாக்கப் படுகின்றன. இந்த அணைவில் இரண்டு முக்கியமான வரிவடிவ அமைப்புகள் இருக்கும், அவை dsp^2 கலப்பினத்தால் விளைந்த சதுர சமதளமும், sp^3 கலப்பினத்தில் (sp^3 hybridisation) ஈடுபட்ட நான்முகமும் ஆகும். இந்த அணைவில் மற்ற வரிவடிவங்கள் நிறுவப்படவில்லை. நிலைமாற்றமில்லாத் தனிமங்களில், நான்கு அணைவில், நான்முக அணைவுகள் மட்டுமே பெரிதும் காணப்படுவன. நிலைமாற்றத் தனிமங்களில் சதுர சமதள, நான்முக வடிவங்கள் ஆகிய இரண்டு வகைகளும் வாய்க்கின்றன. d^n புறவடிவமைப்புக்குச் சதுர சமதள வரிவடிவம் மிகச் சாதாரணம். இங்கு $6<n<9$. எதிர் நிலைகளில் உள்ள இரண்டு சூழினங்களை நீக்குவதால் இதனை ஆறு ஒருங்கிணைவு எண் கொண்ட சாதாரணமான எண்முக வடிவத்துடன் தொடர்புறுத்தலாம். Ni(II), Co(II), Cu(II) போன்ற உலோக அயனிகளைப் பொறுத்தவரை, இரண்டு வடிவங்களின் நிலைப்புத் தன்மைகளுக்கும் இடைப்பட்ட வேறுபாடு மிகச் சிறிதே. எனவே, நான்முக சதுர அமைப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட மாற்றம் மிகவும் விரைவாக நடக்கும்.

நான்முக அணைவுகள் (Tetrahedral complexes): பொதுவாக நடுநிலை அல்லது நேரயனி அணைவுகளே நான்முக வடிவங்கள் பெற்றிருக்கும். இந்த அணைவுகளில் பெரும்பாலானவை காரத்தன்மை கொண்ட சூழினங்களாலேயே உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை இடையீடுறுவது; பொதுவாக, நிலைமாறு உலோகத் தொடரின் முதல்வரிசை உலோகங்கள், குறிப்பாக 8-வது தொகுதியுடனேயாகும். உண்மையில் மற்றெந்த வகை அயனியையும் விட Co (II)வுக்கு அதிகமான நான்முக அணைவுகள் உள்ளன, நான்முக அணைவுக்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள்: Fe^{2+}, Cu^{2+} முதலியவற்றின் ஹாலோ அணைவுகள். சதுர சமதள அணைவுகளாவன: Rh(I), Ir(I), Ni(II), Pd(II), Pt(II), Au(III) போன்ற d^8 உலோக அயனிகள் உருவாக்கும் அணைவுகள்.

அணைவு எண் -5

அண்மைக்காலம் வரை உண்மையான ஐந்து ஒருங்கிணைவு எண் கொண்ட அணைவுச் சேர்மங்கள் அநேகமாக இல்லை என நம்பப்பட்டு வந்தது. தொடக்கநிலை ஆய்வேடுகளில் விவரிக்கப்பட்ட அநேக எடுத்துக்காட்டுகள் ஐந்து அணைவு கொண்டவையல்ல என X -கதிர் ஒளிச்சிதறல் முறைகள் மூலம் நன்கு நிரூபிக்கப் பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, $(NH_4)_3 ZnCl_5$ $[ZnCl_4]^{2-}$, Cl^- அயனிகளைப் பெற்றுள்ளன. $CoCl_2$ (dien) (dien-டைஎதிலின்ட்ரையமின்) ஆறு அணைவு எண் கொண்ட $[Co(dien)_2]^{2+}$ எண்முக நேரயனியும், நான்கு அணைவு எண் கொண்ட $[CoCl_4]^{2-}$ நான்முக எதிரயனியும் கொண்டதெனக் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. எனினும், அண்மையில் ஐந்து அணைவுக்கான நன்கு நிறுவப்பட்ட, முழுதும் உறுதியான எடுத்துக்காட்டுகள் கிடைத்துள்ளன. இந்த ஒருங்கிணைவில் முக்கோண இரட்டைச் சாய்தளகோபுர (trigonal bipyramidal), குலைவுற்ற சதுர சாய்தள வரிவடிவங்கள் (distorted tetrahedron) இரண்டும் சம எண்ணிக்கையில் காணப் படுகின்றன.

ஐந்து அணைவுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள்: முக்கோண இரட்டை சாய்தளக் கோபுரம்; $[Cr(NH_3)_6]$ $[CuCl_5]$-இல் உள்ள $[CuCl_5]^{3-}$; சதுர சாய்தள கோபுர வரிவடிவம்: $[Te(S_2CoEt)_3]^-$. $[Cr(en)_3]$ $[Ni(CN)_5]$ $1.5H_2O$ இல் உள்ள $[NiCN]^{3-}$ போன்ற சில எடுத்துக்காட்டுகளில், மேற்சொன்ன இரண்டு வரிவடிவங்களும் உண்டு. இவ்விரண்டுக்குமிடைப்பட்ட ஆற்றல் வேறுபாடு மிகக் குறைவேயாகும்.

அணைவு எண் - 6

இது சாதாரணமானதும் எனவே, எல்லா எண்களிலும் மிகவும் பரவலாக ஆயப்பட்டதும் ஆகும். இந்த அணைவு எண்ணில் மூன்று வரிவடிவங்கள் உண்டு. அவை அறுகோணதளம் (hexagonal planar), முக்கோண முப்பட்டை (trigonal prism), அறுபக்கம் (hexahedral) என்பன. ஒரு குறிப்பிட்ட இயைபுக்கான சரியான வரிவடிவத்தை அமைப்புசார் விவரங்களின் அடிப்படையில் நிறுவ இயலும். தொடக்கத்தில், வெர்னர், பிரித்தறியக்கூடிய மாற்றியங்களின் அடிப்படையில் இதனைத் தீர்மானித்தார். அணைவுச் சேர்மங்களில், ஆறு எண் கொண்ட எண்முக வரிவடிவம் பெரிதும் தனித்து விளங்கக் கூடியது. எனினும் பல்வகைப்பட்ட அளவுக்கு வடிவக் குலைவும் இதில் உண்டாகும். அவற்றில் பெரிதும் காணப்படுபவை இரண்டு. அவையாவன: முக்கோண, நாற்கோண வடிவக்குலைவுகள். எண்பக்கத்தின் நான்கு விந சுழற்சி அச்சுகளில் ஒன்றின் வழியாக ஏற்படும் நீட்சி அல்லது அமுக்

கத்தைச் சார்ந்தது. நாற்கோண மாதிரி வடிவக் குலைவு சதுர சமதள வரிவடிவத்தின் இரண்டு எதிர் சூழினங்களின் இழப்பிற்கு வகைசெய்து ஒரு சதுர சம தள வரிவடிவத்தை உண்டாக்குகிறது.

முக்கோண வடிவக்குலைவு என்பது, நான்முகத்தின் முகங்களின் மையம் வழி ஊடுருவும் மூவிதச் சுழற்சி அச்சு நான்கில் ஏதேனும் ஒன்றின் வழி நிகழும் நீட்சி அல்லது குறுக்கத்தால் விளைவதாகும். இதன் இறுதி விளைவு முக்கோண முப்பட்டை ஒருங்கிணைவு. ஆறு அணைவில் முக்கோண முப்பட்டை வரிவடிவம், 1965இல் தான் முதன்முதலாக $[Re\{S_2C_2(C_6H_5)_2\}_3]$ இல் நிறுவப்பட்டது. என்றாலும் டங்ஸ்டன் சல்ஃபைடு என்ற சேர்மத்தில் இதற்கு முன் இது இருப்பதாகக் கருதப்பட்டது.

அணைவு எண் - 7

இந்த எண் சில எடைமிகுந்த உலோக அயனிகளுக்கு மட்டுமே உரியது எனக் கருதப்பட்டு வந்தாலும் இந்த அணைவு மிகச்சில எடுத்துக்காட்டுகளில் மட்டுமே நிறுவப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையில் 3d உலோக அயனி களிலிருந்து பெறப்பட்ட சில சேர்மங்கள் பிரித்தறியப் பட்டுள்ளன. இந்த அணைவிற்கு மூன்று வரிவடிவ அமைப்புகள் முக்கியமானவை. அவை ஐங்கோண இரட்டைச் சாய்தளக் கோபுரம் (pentagonal bipyramid), செவ்வகமுகமுள்ள ஒற்றை மூடியுள்ள (mono capped) முக்கோண முப்பட்டகம், முக்கோண முக முடைய ஒற்றை மூடியுள்ள எண்கோணம் என்பன. இவற்றிற்கான எடுத்துக்காட்டுகள் முறையே, $[V(CN)_7]^{4-}$ $[ZrF_7]^{3-}$; $[NbF_7]^{2-}$; $[W(Co)_4Br_3]^-$ மிக இலேசாக வளைப்பதனால் இந்த வரிவடிங்களை ஒன்றி லிருந்து ஒன்றாக மாற்ற இயலும். ஏனெனில் ஆற்றல் வேறுபாடு கணிசமான அளவில் இல்லை படிகஅமைப்பு எந்த வரிவடிவம் எந்த அணைவுக்கு உகந்தது என உறுதி செய்யும்.

அணைவு எண்-8

சற்று அண்மைவரை நன்கு நிறுவப்பட்டு இனமறியப் பட்ட எடுத்துக்காட்டுகளின் எண்ணிக்கையின்படி, 6,4 என்ற இரண்டு ஒருங்கிணைவுகளுக்கும் அடுத்த படியாக வருவது இந்த அணைவு எண்ணேயாகும். பொதுவாகக் கனமான 3d அயனிகளுக்கும், குறிப்பாக 4f (லாந்த னைடு), 5f (ஆக்டினைடு) அயனிகளுக்கும் இவ்வகை எடுத்துக்காட்டுகள் நிறைய உண்டு. ஒரு சிறிய நேர யனியைச் சுற்றி 8 கொடைத் தொகுதிகளைத் திரட்டி வைப்பது கொள்ளிடச் சிக்கல் மிக்கதாதலால் அயனி அளவு இங்கு ஓர் இன்றியமையாத காரணியாக அமை கிறது. ஒருங்கிணைவு கொண்ட அணைவுகள் உருவாகக் கூடிய வரிவடிவ வாய்ப்புக்கூறுகளில் சதுர எதிர் முப் பட்டகமும், பன்னிருமுகமும் முக்கியமானவை சூழினங் களுக்கிடைப்பட்ட விலக்கக் குறைவை உண்டு பண்ணும் கனசதுர வரிவடிவத்தின் வடிவக் குலை வினால் மேற்சொன்ன இரண்டு வரிவடிவங்களும் உரு வாகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள் முறையே

$[TaF_8]^{3-}$ -இன் Na^+ உப்பு; $[WCN]^{4-}$ -இன் அமிலம்; $[Zn(C_2O_4)_4]^4$ -இன் Na^+ உப்பு; $[Mo(CN)_8]^{4-}$ -இன் K^+ உப்பு.

அணைவு எண் 9

ஒரு மைய அணு அல்லது அயனியைச் சுற்று 9 கொடை இனங்களைப் பொதிந்து வைப்பது, மையத்தி லிலுள்ள இனம் சற்றுப் பருமனில் அதிகமாக இருந்தாக வேண்டிய கட்டாயத்தை ஏற்படுத்துகிறது. எனவே இந்த எண் $(TeH_9)^2$ $(ReH_9)^{2-}$ என்ற ஹைட்ரிடோ இனங்கள், லாந்தடை (lanthanide, ஆக்டினைடு (Actinide) அயனிகள் ஆகியவை தவிர மற்றவற்றில் அதிகம் காணப்படுவதில்லை. பொதுவாக இவை பலபடித் தன்மையுடையவை. மும்மூடியுடைய (tricapped) முக்கோண முப்பட்டகமும், ஒற்றை மூடியுடைய சதுர எதிர் முப்பட்டகமும் மாதிரி வரிவடிவங்களாகின்றன. ஆனால் இரண்டிற்குமிடையில் ஏற்படும் திரிபு எளிதில் நிகழ இயலும். ஏனெனில் எந்த ஒரு வடிவத்தின் மொத்த ஆற்றலிலும் 0.1 சதவீதமே இந்தத் திரிபிற் கான கணக்கீட்டு ஆற்றல் தடையாகும். இதற்கான மாதிரி எடுத்துக்காட்டுகள் முறையே,

$[ReH_9]^{3-}$, $[Nd(OH_2)_9]^{3+}$, $[TeH_9]^{2-}$, $[Pr(NCS)_3(OH_2)_6]$

அணைவு எண்-10

இந்த எண்ணிற்கான தேவைகள் இரண்டு. அவை, ஒரு பெரிய மைய அணு அல்லது அயனி. மற்றொன்று ஒரு கச்சிதமான சூழினம். எனவே, பெரிய அளவுடைய லாந்தனைடு ஆக்டினைடு நேரயனிகளும் சிறிய ஒற்றைப் பிடிப்பு அல்லது இரட்டைப் பிடிப்புடன் NO_3^-, CO_3^{2-} முதலிய சிறு கடிவாளங்கள் இணைந்த சூழினங்களும் இங்கு தேவைப்படுகின்றன. இங்கு இருக்கக் கூடிய பல பக்க வடிவங்களில் இரட்டை மூடியுடைய சதுர எதிர் முப்பட்டகம், ஆற்றல் வழி நோக்கும் போது மிக அதிக நிலைப்புத் தன்மை பெற்றிருக்கிறது. இரட்டை மூடி யுடைய பன்னிருமுகமும், விரிவடைந்த பன்னிருமுகமும் நெருங்கிய தொடர்புடையன. வரிவடிவங்கட்கு இடைப்பட்ட திரிபுகள் குறைந்த ஆற்றல் தடையுடை யவை. எடுத்துக்காட்டுகள் முறையே,

$Th(C_2O_4)_4]^{4-}$ $[La(NO_3)_3(b\ py)_2]$ $[Ho(NO_3)_5]^{3-}$

அணைவு எண் - 11

இது மிகவும் இயல்பல்லாத ஒருங்கிணைவு எண். இதில் பதினொரு அணுக்கள் கொண்ட பலபக்கங்கள் இருப்பதில்லை. 10 மற்றும் 12 ஒருங்கிணைவுடை யவை. ஆற்றல் வழி அதிக நிலைப்புத் தன்மை யுடையது. $Th(NO_3)_4.5H_2O$ படிகங்களில் Th-0 பிணை நீளத்தைப் பொறுத்து $Th(NO_3)_4.(5H_2O)_3$ பகுதியை வேறுபடுத்தி அறிய இயலும். NO_3^- தொகுதிகளை

தனிப்படைப்பாகக் கருதினால் நான்கு இரட்டை இடுக்கி கொண்ட NO_3^- தொகுதிகளும், மூன்று நேர் முகக் கூறுகளும் ஒரு தோராயமான முக்கோண முப் பட்டக வரிவடிவத்தை உருவாக்கிவிடும்.

அணைவு எண்-12

இந்த அணைவு எண்ணின் எல்லாச் சோதனை வழி நிறுவப்பட்ட வரிவடிவங்களும், கொடையணுக்களின் 14 முக அமைப்பைப் பொறுத்து அமைகின்றன. சிறு கடிமானங்கள் (Bites)(NO_3^-, $(SO_4)^{2-}$ முதலியன) இடுக்கிச் சூழினங்கள் இதில் ஈடுபட்டிருக்கும். எடுத்துக் காட்டுகள், $[Ce(NO_3)_6]^{2-}$, $[Th(NO_3)_6]^{2-}$

அடிப்படை உண்மைகள்

இந்த அணைவுச் செயல் முறையில், ஒரு மைய உலோக அணு அல்லது அயனி, எலெக்ட்ரான் இணை களைப் பெற்ற குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை கொண்ட இனங்களுடன் உள்ளார்ந்த வகையில் பிணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இவை சூழினங்கள் (ligands) எனப் படுகின்றன. அணைவுக் கோளத்தின் உட்கோட்டத் தில் இவை இணைந்திருப்பதாக விவரிக்கப்படுகின்றன. இவ்விதம் இணைந்து நிலைப்புத்தன்மையைத் தரவல்ல எண்ணிக்கைக்கு அணைவு எண் அல்லது ஒருங்கிணைவு எண் எனப் பெயர். இச்செயல் முறையில் பொதுவாக, உலோக மையம் எலெக்ட்ரான் ஏற்பியாகவும், சூழினங் கள் கொடையாளிகளாகவும் பணியாற்றுகின்றன. என்றாலும், கணிசமான சேர்மங்களில் மைய உலோக அணு அல்லது அயனி, அதேசமயம் தனது π எலெக்ட் ரான் அடர்த்தியிலிருந்து எதிர் அல்லது மாற்றுக் கொடையாக, எலெக்ட்ரான்களை ஈந்து பிணைப் பினை உருவாக்குகிறது.

இச்செயல் முறை நிகழ்வை மைய உலோக அயனியில் சில கொக்கிகள் அல்லது புலங்கள் சூழினங்களுக்கெனக் கிடைக்க இயலுவதாகவும், சூழினங்கள் அவற்றில் எலக்ட்ரான்களை இட்டு நிரப்புவதால் அமைவு மேலும் நிலைத்தன்மை பெறுவதாகவும் விவரிக்கலாம். ஒரு சூழினம் மைய அயனியின் ஒரே ஓர் ஒருங்கிணைவுப் புலத்துடன் கொக்கிப் பிணைப்புற்றால், அச்சூழினம் ஒற்றைப்பல் சூழினம் என அழைக்கப்படுகிறது. எ-கா. H_2O, NH_3, X^-. மாறாக, அதே மைய அயனியின் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒருங்கிணைவுப் புலத்துடன் இப்பிணைப்பு நிகழ ஏதுவிருப்பின், அச்சூழினம் பல்கிய பல் சூழினம் எனப்படும். பல்கிய பல் சூழினம் கொடுக்க இயலும் எலக்ட்ரான் இணைகளின் எண்ணிக் கையும், மைய உலோகத்திலுள்ள ஒருங்கிணைவுப் புலங் களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்க வேண்டும். கொடுப்பதற்காக என்று எலெக்ட்ரான் இணைகளை மட்டும் பெற்றிருந்தால் மட்டுமே அவை பல்கிய பல் சூழினமாகி விடமுடியாது. ஏனெனில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அணைவு மையங்கள் ஒரே மைய அயனியில் இருப்பின், ஒரு வளைய அமைப்பு உருவாகிவிடும். அதனை இடுக்கி அணைவு எனலாம். ஒரே மைய அணு வின் இரண்டு, மூன்று அல்லது நான்கு அணைவு மையங் களுடன் ஈந்திணையும் சூழினங்களை, இருபல், முப்பல், நாற்பல் சூழினங்கள் எனலாம். என்றாலும் சூழினங் களின் வரிவடிவக் கட்டுப்பாட்டிற்கேற்ப அவை ஒரே மைய அயனியையோ, ஒன்றுக்குமேற்பட்ட மையஅயனி களையோ, சுற்றியுள்ள, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒருங் கிணைவு மையங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளலாம். இவ்வாறு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மைய அயனிகளில் ஈடு படும் சூழினங்களை இணைப்புப் பாலச் சூழினங்கள் (bridge-type ligands) என்பர். இதற்கான எடுத்துக் காட்டு குளோரைடு அயனி. இது பாலச் சூழினமாகத் தான் செயல்படும்; இடுக்கிச் சூழினமாகப் பயனாற்ற இதன் வரிவடிவம் துணை நிற்பதில்லை.

மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

ஒருபல் சூழினம் :	H_2O, NH_3, F^-, H^-, CN^-, NO_2^-
இருபல் சூழினம்:	எதிலின் டையமின், ஆக்ஸலேட் அயனி, சாலிசைலிக் அமிலம், கார்பனேட் அயனி, க்ளைகால் கள், அமினோ அமிலங்கள், 8-ஹைட்ராக்சி க்யூனொலின்கள்.
முப்பல் சூழினம் :	டைஎதிலின் ட்ரையமின்
நாற்பல் சூழினம் :	ட்ரை எதிலின் டெட்ரமின்
ஐம்பல் சூழினம் ;	எதிலின் டையமின் ட்ரை அசெட்டிக் அமிலம்
அறுபல் சூழினம் :	எதிலின் டையமின் டெட்ரா அசெட்டிக் அமிலம் (EDTA)

அணைவுப் பிணைப்பின் வன்மையும், அதனால் விளையும் மூலக்கூறின் நிலைப்புத் தன்மையும், சூழினங் கள் எலெக்ட்ரான் இணைகளை வழங்குவதில் காட்டும் திறன் வளம் ஆகியவற்றையும், அவற்றை உலோக மையம் ஏற்றுக் கொள்வதில் காட்டும் இணக்கத்தையும் பொறுத்துள்ளன.

வாங்கிகள் (Acceptors)

உலோக அயனிகளில், தனிம மீள்வரிசை அட்ட வணையின் மையத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு கச்சிதமான தொகுதியாக அமைந்துள்ள உலோகங்கள், நன்கு இன மறியப்பட்ட அதிகமான எண்ணிக்கை கொண்ட அணைவுகளை உருவாக்குகின்றன.

Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga
Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn
Hf Tl W Re Os Ir Pt Au Hg Ta Tb Bi

இவற்றில் அநேகமானவை d-திரிபுத் தனிமங்ள். மற்றவை அணு எண் வரிசையில் இவற்றைத் தொடர்ந்து வருபவை. லாந்தனைடுகள், ஆக்டினைடு

கள் ஆகிய f- திரிபுத் தனிமங்கள், முதலில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஒருங்கிணைப் படைப்புகளை மட்டுமே விளைவிப்பனவாகக் கருதப்பட்டன. ஆயின் தற்போது அவை பல்வேறு வகைப்பட்ட சூழினங்களுடன் இணைந்து எண்ணற்ற அணைவுகளை உருவாக்குவது தெரிந்துள்ளது. I A, தொகுதியைச் சேர்ந்த (கார) உலோகங்களும், II A தொகுதியைச் சேர்ந்த காரமண் உலோகங்களும் இவ்வரிசையில் இல்லாமற் போனாலும் அவற்றின் நேரயனிகள் உருவாக்கும் அணைவுகள் இல்லையெனக் கொள்ளக்கூடாது.

சிறப்பான ஒருங்கிணைவு மையமாகப் பயனாற்றக் கூடிய நேரயனிகள் பின்வரும் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கவேண்டும் என எளிதில் நாம் தெரிந்து கொள்ளலாம். அவை (i) குறைந்த பருமன்களையும் (ii) அதிக அயனி அல்லது உட்கரு மின்சுமைகளையும்/அல்லது (iii) முற்றிலும் நிரம்பாத (n—1)d சுழலகங்களையும் பெற்றிருக்க வேண்டும். இந்த ஒவ்வொரு காரணியும் மைய அயனியின் எலெக்ட்ரான் மின்னடர்த்திக் கவர்ச்சிக்குத் துணை நிற்கிறது. இனங்கள் காட்டும் வேற்றுமையைக் கொண்டு நோக்கும்போது, மின்னியல் கவர்ச்சி விளைவுகளைத் தவிர்த்து எல்லா அணைவு இனங்களையும் இனங்காட்ட வல்லது. வேறெந்த தனித்த பிணைப்பும் இல்லை என்பது கண்கூடு.

பல்வேறு நேரயனிகள் உருவாக்கிய அணைவு அயனிகள் அடங்கிய ஹாலைடுகளின் கரைசல் நிலைப்புத் தன்மையை ஒப்பு நோக்கும் போது பெருமளவில் கிடைத்த சோதனை முடிவுகளைப் பின்பற்றி, வாங்கி நேரயனிகளை இரண்டு பெரும் பிரிவுகளுக்குள் அடக்கலாம்.

A வகை:

ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமீள்வரிசை குடும்பத்திலுள்ள மிக இலேசான சூழின அணுவுடன் இணைந்து, உச்ச நிலைப்புத்தன்மையுடைய அணைவுகளை உருவாக்கும் இனங்கள். (எடுத்துக்காட்டு: ஹாலோஜன் குடும்பத்தில் உள்ள F, I A, II A, III A, IV A, V A, VI A, VII A III B, IV B, VB, VI B, VII B, லாந்தனைடுகள், ஆக்டினைடுகள், Zn).

B வகை:

ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமமீள்வரிசைக் குடும்பத்திலுள்ள இரண்டாவது அல்லது அடுத்த சூழினத்துடன் மட்டும் மிகவும் நிலைத்தஅணைவுகளை உருவாக்கும் இனங்கள், (எடுத்துக்காட்டு: ஹாலோஜன் குடும்பத்தில் உள்ள Cl அல்லது Br அல்லது I, IB, II B (Zn தவிர) VI B (Cr தவிர) VII B, Fe, Co, Ni, Tl, Pb, Bi, Te, Po, VII A

சில உலோகங்கள் இவ்விரு வகையையும் சார்ந்திருக்கவும் செய்கின்றன.

வழங்கிகள் (Donors):

சூழினங்களில் அமைந்துள்ள மிகச் சாதாரணமான வழங்கி அணுக்கள் ஆக்சிஜனும் நைட்ரஜனும் என்பதில் ஐயமில்லை. ஹாலோஜன், சல்ஃபர், ஃபாஸ்ஃபரஸ், ஆர்செனிக், கார்பன் அணுக்கள் அவ்வளவு இயல்பான வழங்கிகள் அல்ல, சில சேர்மங்களில் π-பிணைப்புகள் வழங்கிகளாகவும் பணியாற்றுவதாகத் தெரிகிறது. வழங்கி இனங்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட சூழினங்கள் பின்வருமாறு ஒரு பயனுள்ள முறையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

A மாதிரி

இவற்றில் அடங்குபவை, ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பிணைப்பில் ஈடுபடாத எலெக்ட்ரான் இணைகள் பெற்ற வழங்கி அணுக்கள் அடங்கிய சூழினங்கள் ஆகும். இவை பின்வருமாறு மேலும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

அ) உலோக அணு அல்லது அயனிகளிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை ஏற்பதற்கான காலிச் சுழலகங்கள் பெற்றிராதவை, (எடுத்துக்காட்டு: H_2O, NH_3, F^-, H^-, CH_3^-)

ஆ) உலோக அணு அல்லது அயனிகளிலிருந்து, π-எலெக்ட்ரான் மின்சுமையடர்த்தியை ஏற்குமளவிற்கு, காலியாக்கப்படக் கூடிய சுழலகங்களைப் பெற்றிருப்பவை (எடுத்துக்காட்டு: PR_3, I^-, CN^-, NO_2^-)

இ) உலோக அணு அல்லது அயனிகள் காலிச் சுழலகங்களுக்கு வழங்கக் கூடிய வகையில், கூடுதலான π எலெக்ட்ரான் மின்சுமையடர்த்தி கொண்டவை.

B மாதிரி

பிணைவுறா எலெக்ட்ரான் இணை இல்லாத ஆனால் π பிணைப்புடைய மின்சுமையடர்த்தி கொண்ட வழங்கியணுக்கள் அடங்கிய சூழினங்கள். (எடுத்துக்காட்டு C_2H_4, C_6H_6, C_5H_5-சைக்ளோ பென்டாடையினைடு அயனி).

ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான் இணைகள் அல்லது வழங்கி அணுக்கள், அல்லது தகுந்தவாறு அமைக்கப்பட்ட π - பிணைப்புகள் அடங்கிய எல்லா அயனி அல்லது மூலக்கூறு அமைப்பும், வழங்கியாகச் செயலாற்ற இயலும் என்பது உண்மையானாலும், வழங்கு புலம், மற்ற அணுக்கள் ஆகிய இரண்டின் தன்மையும், விளைபொருளின் வேதி நிலைப்புத் தன்மையைப் பாதிக்கும்.

மாதிரி A வழங்கிகளுக்கிடையில், ஒருங்கிணைப்பு உறவின் பொது நிலவரத்தை வேறுபடுத்திக் காட்டலாம்.

ஒரு வழங்கி அணுவைக் கொண்டு பார்க்கும் போது கிடைக்கும் வரிசைத் தரங்கள் :

$$NH_3 > NH_2R > NHR_2 > NR_3,$$
$$HOH > ROH > R_2O;$$
$$R_2S > RSH > HSH$$

நேரயனிகளைப் பொறுத்து விளையும் வரிசைத்தரம்:

$$C\bar{N} > NC\bar{S} > O\bar{H}$$

மாதிரி A வாங்கிகளில், வழங்கியின் காரத்தன்மை குறையக் குறைய, வேதி நிலைப்புத்தன்மையும் பொது வாகக் குறைகிறது. மாதிரி B வழங்கிகள், மாதிரி B வாங்கிகளுடன் மட்டுமே பிணைகின்றன. ஏனெனில் π-பிணைப்பு ஓர் இன்றியமையாத தேவையாகி விடு கிறது. மேலும், பொருத்தமான d-எலெக்ட்ரான் குணங்களுடைய நேரயனிகளே அவ்வாறு பிணைப் புறும். பொதுவாக அதிக வலிவுடன் பிணைப்புறும் வழங்கி, மென்மையாகப் பிணைப்புற்ற ஒரு வழங்கியை அதன் ஒருங்கிணைவுக் கோளத்தினின்றும் இடம் பெயரச் செய்யும்.

வி.து.

எஸ்.வி.

நூலோதி

1. **Cotton F.A., and Wilkinson G.,** *Advanced Inorganic Chemistry*, Third Edition, Wiley Eastern Ltd, New Delhi, 1972.
2. **Kirk-Othmer,** *Encyclopaedia of Chemical Technology*, Vol 6, Third Edition, John-Wiley & Sons, New York, 1978.
3. **Davidson G.,** *Introductory Group Theory for Chemists*, Elsevier, Amsterdam 1971.

அத்தம்

காண்க: கைம்மீன் (விண்மீன்)

அத்தர்

இது ரோசாப் (Roses) பூக்களிலிருந்து எடுக்கப்படு கின்ற ஒரு விலை உயர்ந்த நறுமணமுள்ள எண்ணெ யாகும். இதற்கு ரோசா எண்ணெய் என்றும், ரோசாப் பூ அத்தர் (Attar of Roses), ரோசாப்பூ ஒத்தர் (Ottar of Roses) அல்லது ரோசாப்பூ ஓட்டோ (Otto of Roses) என்றும் பெயர். இது சிறப்பு வாய்ந்த வாசனைப் பொருளாகத் தனித்தோ அல்லது வேறு சிலவற்றுடன் கலந்தோ பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள்: ரோசா பேரினத்தில் (Rosa) ஏராளமான சிற்றினங்களும், வகைகளும் இருந்தபோதி லும், இந்த எண்ணெய் எடுப்பதற்கு ஏறக்குறைய 12 வகைகள் தான் பயன்படுகின்றன. ஆனால் இந்தியாவில் இரு சிற்றினங்கள் மட்டுமே இதற்குப் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றன, ஒன்று டாமாஸ்க் ரோசா (Damask Rose: Rose damascena); மற்றொன்று எட்வர்ட்ரோசா (Edward Rose: R. Bourboniana). ரோசா என்ற பேரினம் அல்லி இணையா (Polypetalae) இருவிதை யிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான ரோசேசியைச் (Rosaceae) சார்ந்தது. உலகப் புகழ்வாய்ந்த பல்கேரி யன் ரோசாப்பூ ஓட்டோ (Bulgarian rose otto) டாமாஸ்க் ரோசாப்பூவிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றது, இந்த எண்ணெய் அல்லி இதழ்களின் உட்பக்கப் புறத் தோலில் (Inner epidermis) உண்டாகின்றது. எண்ணெ யின் அளவு அல்லி இதழ்களில் 92. 8 சதவிகிதமும், சூல் தண்டில் 0.3 விகிதமும் முறையே காணப்படுகின்றது.

தயாரிக்கும் முறை: பெரும்பாலும் பூக்களிலிருந்து நீராவி வடித்தலின் மூலமும் (Steam Distillation) அல்லது ஆவியாகின்ற கரைசல்களின் (Volatile Solvents மூலமும் ரோசா எண்ணெய் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. நீராவி வடித்தலில் வெளிப்படுகின்ற ரோசா நீர் (Rose Water), குவிந்த மண் அல்லது உலோகப் பாத்தி ரங்களில் சேகரிக்கப்பட்டு, வெண்மையான மஸ்லின் (Muslin) துணியினால் மூடப்பட்டு இரவு முழுவதும் வெளியில் வைக்கப்படுகின்றது. இந்நிலையில் வெண்மை யானதும், மணமுள்ளதுமான வெண்ணெய் போன்ற பொருள் ரோசா நீரின் மேல் மிதக்கின்றது. இது ஒரு (Shell) அல்லது இறகின் (Feather) உதவியைக் கொண்டு சேகரித்துப் பாட்டில்களில் சேமித்து வைக்கப்படு கின்றது. இந்த முறையைக் கடைப்பிடித்துப் பல்கேரியா (Bulgaria) நாட்டில் ஒவ்வோர் ஆண்டும் 2700-3150 கி.கி. ஓட்டோ தாயாரிக்கின்றார்கள். கரைசல் களைப் பயன்படுத்தி ஓட்டோ தயார் செய்வது இந்தி யாவில் மிகக் குறைந்த அளவில் கையாளப்பட்டது. ஒரு பவுண்டு அத்தர் தயாரிப்பதற்கு ஏறக்குறைய 20, 000 பவுண்டு பூக்கள் தேவைப்படுகின்றன. அத்தர் முதலில் நிறமற்றதாக இருந்து பிறகு வெளிர் அல்லது அடர்த்தியான பழுப்பு அல்லது ஒருவித பசுமை நிறத் தைப் பெறுகின்றது. இது மெழுகு போன்ற பொரு ளாகும். இதற்கு ரோசாப்பூவின் மணமுண்டு. ஓரள விற்குத்தான் இது சாராயத்தில் (Alcohol) கரையக் கூடியது.

அத்தரின் தன்மையும், பெறக்கூடிய அளவும் ரோசா செடிகள் பயிராக்கப்படுகின்ற நிலவளம், வெப்பநிலை, அறுவடை செய்யப்படும் பருவம், பகலில் பூக்கள் பறிக்கப்படுகின்ற நேரம், பூக்களின் நிலை அதாவது புதிதாகப் பறிக்கப்பட்டவை அல்லது பறித்துச் சேமித்து வைக்கபட்டவை, வடிகலயத்தின் (Still) வகை, தயா ரிப்பதற்கு கையாளப்படுகின்ற முறை போன்ற காரணி களைப் (Factors) பொறுத்து வேறுபடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, குறைந்த வெப்பநிலையில் வளரு கின்ற ரோசா செடிகள் அதிகமான வெப்பநிலைகளில் வளர்பவைகளைவிடக் கூடுதலான அளவு எண்ணெய்

கொடுக்கின்றன. இதுபோன்று சற்று வெப்பமும் சூரிய வெளிச்சமும் உள்ள நாட்களில் பறிக்கப்பட்ட பூக்கள் மழைக்காலங்கள் அல்லது மேகங்கள் கூடிய நாட்களில் பறிக்கப்பட்டவைகளைவிட அதிக பலன் கொடுப்ப தோடல்லாமல் உயர்ந்த தன்மையுடைய பொருளைப் பெற்றிருக்கின்றன விடியற்காலையில் பறிக்கப்பட்ட பூக்கள், பகல் அல்லது பிற்பகலில் பறிக்கப்பட்டவை களைவிட மேலான நறுமணம் பெற்றிருக்கும். புதி தாகப் பறிக்கப்பட்ட பூக்களில் முன்பே பறித்துச் சேமித்து வைக்கப்பட்டவைகளைவிட அதிக அளவில் எண்ணெய் அடங்கியிருக்கின்றது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு : பல்கேரியன் அத்தர் சோப்பு களுக்கும், புகையிலைக்கும் மணமூட்டுவதற்குப் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. பானங்கள், மதுபானங்கள் ஆகிய வற்றிற்கு மணமூட்டுவதற்குக் குறைந்த அளவு பயன் படுத்தப்படுகின்றது. இதற்குப் பித்தப்பையிலுள்ள (Gall bladder) கற்களை (Stones) கரைக்கக்கூடிய தன்மையும், பாக்டீரியாக்களைக் கொல்லக்கூடிய தன்மையும் இருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது.

நூலோதி

Hill, A.F. *Economic Botany*, Tata McGraw-Hill Book Co., New Delhi, 1952.

The Wealth of India. CSIR Publ. New Delhi. Vol. IX. 1972.

அத்தி

இது மோரேசி (Moraceae)க் குடும்பத்தைச் சார்ந் தது. இக்குடும்பம் ஒரு பூவிதழ் வட்டத்தை (Perianth) உடைய இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றாகும். தாவரவியலில் இதற்கு ஃபிக்குஸ் குளோமராட்டா (Ficus Glomerata Roxb.) என்று பெயர். நாட்டு அத்தி என்ற மறுபெயரும் இதற்கு உண்டு. ஃபிக்குஸ் (Ficus) பேரினத்திலுள்ள பெரும்பாலான சிற்றினங்களை அத்தி என்ற பொதுப்பெயரினாலும், இவற்றில் சில வற்றை வேறுபடுத்துவதற்குச் சிறப்புப் பெயர்களிட்டும் அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சீமையத்தி அல்லது தேனத்தி, பேயத்தி அல்லது சோனா அத்தி, கல் அத்தி, கொடி அத்தி, மரம் திண்ணி அத்தி, ஆகிய வற்றைக் கூறலாம். இந்தப் பேரினம் வெப்பமண்டலப் பகுதிகளில் (Tropics) முழுவதும் பரவியிருக்கின்றது. இந்தியாவில் ஏறக்குறைய *112* சிற்றினங்களுண்டு. அத்தி இந்தியாவின் பல பகுதிகளில் பரவியிருக்கின்றது. ஆற்றோரங்களிலும், மலைச்சரிவுகளிலும் காணப்படு கின்றது. மற்றும் நாட்டுப்புறங்களில் இது வளர்க்கப் படுகின்றது. இது 2000 மீ. உயரம் வரை உள்ள பசுமை நிறக் காடுகளில் வளர்கின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள்: இது நடுத்தர உயரத்தை அடையக் கூடிய இலையுதிர் மரமாகும். பலகிளைகளைத் தோற்றுவித்துப் பரந்து காணப்படும். சில சமயங்களில் விழுதுகள் தோன்றக்கூடும். இலைகள் தனித்தவை; மாற்றமைவுகொண்டவை (Alternate Phyllotaxy); இலையடிச்சிதல்கள் உண்டு (Stipules); முட்டை (Ovate) அல்லது எலிப்டிக் (Elliptic) வடிவமுடையவை. மஞ்சரி கனிகள் போன்று தோன்றுகின்ற தனிவகை யாகும். இது ஏறக்குறைய குடுவை அல்லது பேரிக்காய் வடிவத்திலும் (Pyriform) இதன் நுனிப்பாகத்தில் சிறு துளையைப் பெற்றும், உட்புறமாக வெவ்வேறு வகை யான சிறு மலர்களைப் பெருமளவில் பெற்றுமிருக்கும். இந்த வகை மஞ்சரிக்கு சைக்கோனியம் (Syconium) என்று பெயர். மூன்று வகையான மலர்கள் உண்டு. மலர்கள் ஒருபாலானவை. ஆண் மலர்கள் துளைக்கு அருகிலும், பெண் மலர்களும் மலட்டு மலர்களும் (Gall Flowers) ஒன்றோடொன்று கலந்து உட்புற மாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. மஞ்சரி தொடக்கத்தில் வெளிர்ப் பச்சை நிறத்துடனும், இறுதியில் (முதிர்ச்சி யடைந்த நிலையில்) பழுப்பு அல்லது பழுப்புக் கலந்த சிவப்பு நிறத்துடனும் இருக்கும். மஞ்சரிகள் மரத் தண்டிலும், கிளைகளிலும் பெருந்திரளாக இலை களற்ற சிறுகாம்புகளில் காணப்படும். கூட்டுக்கனிகள் என்று கூறப்படுகின்ற இதன் கனிகள் மார்சு-ஜூலை மாதங்களில் தோன்றுகின்றன. இவற்றிற்கு ஆப்பிள் போன்ற மணமுண்டு. இவற்றில் பூச்சிகளினால் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுகின்றது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: இதன் கனிகள் பச்சை நிறத் துடனிருக்கும்பொழுது கறியாகச் சமைத்து உண்ணப் படுகின்றன. இவற்றை உலர்த்தி, அரைத்து, பொடி யாக்கி, பால், சர்க்கரையுடன் சேர்த்துச் சாப்பிடலாம். மற்றும், ஜெல்லி (Jelly) தயார் செய்யலாம். காப்பி செடிக்கு நிழல் தரும் மரமாக இது வளர்க்கப்படுகின் றது. இதன் இலைகள் மாடு, யானைகளுக்குத் தீவன மாகக் கொடுக்கப்படுகின்றன. இதன் கட்டை விளை யாட்டுச் சாமான்கள், கலப்பை, மட்டரகமான மேசை நாற்காலிகள், கதவுகள், தீப்பெட்டிகள் முதலியவை செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. அரக்குப் பூச்சிகள் இம்மரத்தில் நன்கு வளர்கின்றன. இதன் வேர் சீத பேதிக்கு (Dysentery) மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது. இலைகளைத் தூளாக்கித் தேனுடன் கலந்து பித்தக் கோளாறுகளைப் (Bilious disorders) போக்கக் கொடுக்கின்றார்கள். மூலவியாதிக்கும் (Piles) பேதிக் கும் (Diarrhoea) இதன் லேடக்ஸ் (Latex) மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது.

நூலோதி

Fischer, C.E.C in Gamble, J.S. Fl.Pres. Madras. Vol III 1358, Adlard & Son Ltd., Lond, 1928.

The Wealth of India, CSTR Publ. New Delhi. Vol. IV. 1956.

அத்தி (Ficus racemosa L.)

1. மிலார்; 2. மஞ்சரிக் கொத்து; 3. மஞ்சரியின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம்; 4. மகரந்தத் தாள்கள்: 5. சூலகம்; 6. மலட்டுச் சூலகம்; 7. மலர்கள்.

அத்திப் பூச்சிகள்

இந்தியாவில் அத்தி இனத்தைச் சேர்ந்த ஆலமரம், அரசமரம், பேய் அத்தி போன்ற பலவகை மரங்கள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. நம் தேவைக் கான அத்திப் பழங்கள் பொதுவாக வட இந்தி யாவில் இருந்தும், ஐரோப்பிய நாடுகளில் இருந்தும் உலர்ந்த அத்திப் பழங்களாக வருகின்றன. தென் இந்தியாவில் அரிதாக உள்ள அத்திப்பழ மரங்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளும், சிலந்திகளும் பல உள்ளன. அத்திப் பூச்சிகள் (Fig insects) அத்திமரங்களுக்கு அதிக அளவில் சேதம் விளைவிக்கின்றன.

1. தண்டு, கிளைகள் இவற்றைத் தாக்கும் பூச்சிகள் (Stem borers):

(அ) ஒலினிகேம்ப்டஸ் பைலோபஸ் (Olenecamptus bilobus) என்பது நீண்ட உணர்கொம்புகளையுடைய வண்டு இனத்தைச் (Beetles) சேர்ந்தது. இதன் உணர் கொம்புகளின் நீளம் இதன் உடலின் நீளத்தைப் போல் இரு மடங்குக்கும் அதிகமாக இருக்கும். வெளிர் பழுப்பு நிறமுள்ள இவ்வண்டுகள் மரங்களின் பட்டை மீது இவற்றின் வெள்ளை நிற முட்டைகளைச் செருகி இடு கின்றன. இம்முட்டைகள், பொரிந்து, வெண்ணிற, கால்களற்ற புழுக்கள் வெளிவந்து, தண்டைத் துளைத்து உண்டு வளர்கின்றன. ஏறத்தாழ எட்டு மாத காலம் புழுப்பருவத்தில் வளர்ந்து, பின் தண்டுத் துளைகளினுள் கூட்டுப்புழுவாக (Pupa) மாறுகின்றன. இக்கூட்டுப்புழுக்கள் ''எக்சாரெட் பியூப்பா'' (Exarate pupa) என்ற வகையைச் சேர்ந்தவை. இவற்றில் வளர்ந்த பூச்சியில் காணப்படும் தலை, கால்கள், உணர் கொம்புகள் ஆகியவை இறக்கைகள் வளரும் நிலையில் வெளியிலேயே காணப்படும். கூட்டுப்புழுப் பருவத்தில் ஏறக்குறைய இரண்டு மாதங்கள் கடந்த பின் வளர்ச்சி யடைந்த வண்டுகள் தண்டுத்துளைகளின்று வெளிப்படு கின்றன. இவற்றின் ஆணும், பெண்ணும் இணைந்த பின், பெண் வண்டுகள் முட்டைகளை இடத்தொடங்கு கின்றன. வளர்ந்த வண்டுகள் தளிர் இலைகளைத் தின்று வாழும். இப்பூச்சிகளின் புழுப்பருவத்தில் தாவரங்களுக்கு ஏற்படும் சேதம் மிகுதியானது. துளைக் கப்பட்ட தண்டுகள் காய்ந்து, சில நேரங்களில் முழு மரமே பட்டுப்போக வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது.

2. இலைகளையும் மொட்டுகளையும் தாக்கும் பூச்சிகள்

அத்திமரத்தின் இலைகளைப் பல வகையான பூச்சி கள் அரித்துத் தின்றும், சாற்றை உறிஞ்சிக் குடித்தும் சேதம் விளைவிக்கின்றன.

அ) **பட்டுப்பூச்சி - ஒசினேர வேரியன்ஸ்** (Ocinara varians)

இந்த அந்துப்பூச்சியின (Moth) வெண்ணிறப்புழுக்கள் இலைகளை அரித்து உண்டு வளர்ந்து, கூட்டுப்புழுவாக மாறுமுன் கூடுகள்கட்டும்.

ஆ) கம்பளிப்பூச்சிகள் (Hairy caterpillars)
பெரினா நியூடா (Perina nuda)
ஹிப்சா ஃபைக்கஸ் (Hypsa ficus)

தாய் அந்துப் பூச்சிகள் முட்டைகளைக் குவியலாக அத்தி இலைகளின்மீது இடுகின்றன. இம்முட்டைகள் பொரிந்து வெளிவரும் கம்பளிப்புழுக்கள் கூட்டமாக இலைகளை அரித்துத் தின்று சேதத்தை விளைவிக்கின்றன. வளர்ந்த கம்பளிப் பூச்சிகள் இலைகளின்மீதும் தண்டுகளின் மீதும், மெல்லிய பட்டுக் கூடுகளைக் கட்டி அவற்றினுள் கூட்டுப்புழுவாக மாறிப் பின் முழு வளர்ச்சியடைந்து அந்துப்பூச்சிகளாக வெளிவருகின்றன.

இ) மற்ற இலை தின்னும் பூச்சிகள்

ஃபைக்கோடஸ் ரேடியாலிஸ் (Phycodes radialis).
மார்கரோனியாஸ்டோலாலிஸ் (Margaroniastolalis).
புளோட்டியா செல்டிஸ்(Plottia celtis).

இவ்வகைப் புழுக்களின் உடலின் மீது மயிர் இருப்பதில்லை. இவையும், அத்தி இலைகளை அரித்து உண்டு, ளெர்ந்து, கூட்டுப்புழுக்களாக மாறிப் பின் முழு வளர்ச்சியடைந்து அந்துகளாகின்றன.

ஈ) செதில் பூச்சிகளும் மாவுப் பூச்சிகளும் (Scale insects and mealy bugs):

செதில் பூச்சிகள் தட்டையான செதில் போன்ற அமைப்பால்மூடப்பெற்ற மென்மையான பூச்சிகளாகும். இவற்றின் வாய்ப்பகுதி மெல்லிய ஊசி போன்ற அமைப்புடையது. இப்பூச்சிகள் தம் கூரிய வாயுறுப்பைச் செடியின் திசுக்களினுள் செலுத்திச் சாற்றை உறிஞ்சிக் குடிக்கும். இப்படிக் குடிக்கும் சாற்றில் தம் வளர்ச்சிக்குத் தேவையற்ற சர்க்கரைப் பொருளைத் திரவ வடிவில் தேன்பனியாக (Honey Dew) வெளியேற்றும். இத்தகைய தேன் பனித்துளிகளை உணவாகக் கொள்ளும் எறும்புகள் பொதுவாகச் செதில் பூச்சிகளுடன் காணப்படும்.

வளர்ந்த செதில் பூச்சிகள் தம் செதில்களினுள் முட்டைகளை இட்டபின்பு சுருங்கி மடிந்துவிடுகின்றன. இம்முட்டைகள் பொரிந்து கால்களும், உணர்கொம்புகளுமுடைய தவழும் பூச்சிகளாக (Crawlers) முதல் நிலைக் குஞ்சுகள் வெளிப்படுகின்றன. இவை புதிய செடிகளையும், இலைகளையும் தாக்கிச் சாற்றை உறிஞ்சிக் குடித்து வளர்கின்றன. இந்நிலைக்குப்பிறகு கால்களும், உணர்கொம்புகளும் தேவை இல்லாததால் அடுத்த நிலையில் இவை மறைந்து, பூச்சிகள் தட்டையாகச் செடிகளின் மீது ஒட்டிக் கொண்டு சலனமற்று இருக்கும். இந்நிலையிலிருந்து இவற்றின் மீது பாதுகாப்பான செதில்கள் உண்டாகி, வளர்ந்த பூச்சிகளாகின்றன.

மாவுப் பூச்சிகளின் (Mealy bugs) வாழ்க்கையும் செதில் பூச்சிகளைப் போன்றதே. ஆனால் மாவுப் பூச்சிகளின் உடல் மீது செதில் போன்ற அமைப்புக்குப் பதில், வெண்ணிற மெழுகால் ஆன போர்வை இருக்கும். மாவுப் பூச்சிகள் ஓரளவு நகரவல்லவை.

அத்திமரத்தை சைசேஷியா ஒலியே (Saissetia oleae), ஆஸ்பிடியோட்டஸ் சைடோனியே (Aspidiotus cydoniae), லிக்கேனியம் ராமகிருஷ்ணே (Lecanium Ramakrishnae) ஆகிய செதில் பூச்சிகளும், சூடோகாக்கஸ் லிலாசினஸ் (Pseudococcus lilacinus) எனும் மாவுப் பூச்சியும், ஜைகான்டோதிரிப்ஸ் எலிகன்ஸ் (Gigantothrips elegans) என்னும் இலைப்பேனும் தாக்குகின்றன.

உ) இலைப்பேன்

ஜைகான்டோதிரிப்ஸ் எலிகன்ஸ் ஒரு கருநிற இலைப்பேன் (Thrip) வகை. இவற்றின் குஞ்சுகளும், வளர்ந்த பூச்சிகளும் தளிர்களைத் தம் கூரிய பற்களால் இலைகளைச் சுரண்டி அதில் வடியும் சாற்றை உறிஞ்சிக் குடித்து வாழும். இவற்றின் தாக்குதலுக்குட்பட்ட இலைகள் சுருண்டு, வாடிக் காய்ந்து விடும்.

ஊ) சில்லிட் பூச்சிகள் (Psyllids)

சில்லிட் பூச்சிகள் பொதுவாகத் தம் முட்டைகளை இலைகளிலும் இளந்தண்டுகளிலும் செருகி இடுகின்றன. இம்முட்டைகள் பொரிந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள் சாற்றை உறிஞ்சிக்குடிக்கும்போது, வெளிப்படுத்தும் எச்சிலில் உள்ள ஹார்மோன்களின் (Hormones) செயலால், தாக்கப்பட்ட பகுதி தடித்துக் கட்டிகள் (Galls) போன்ற அமைப்புகள் உருவாகின்றன. இப்பூச்சிகளின் இளநிலைப் பருவங்கள் இத்தகைய கட்டிகளினுள்ளே கழிந்து, வளர்ந்து இறக்கை முளைத்த பூச்சிகள் மட்டும் வெளிப்பட்டு, புதிய இலைகளையும் தண்டுகளையும் நாடிப் பறந்து செல்கின்றன. அத்தி இலையிலும், இளந்தண்டுகளிலும் பாரோப்சில்லா டிப்ரெஸ்ஸா (Pauropsylla, depressa), டைனோப்சில்லா கிராண்டிஸ் (Dinopsylla grandis) என்ற இரு வகை சில்லிட்கள் பொதுவாகக் கட்டிகளை உண்டாக்கிச் சேதப்படுத்துகின்றன.

எ) எரியோ:பிட் சிற்றுண்ணிகள் (Eriophyid mites)

அக்காரினா வகுப்பைச் சேர்ந்த எரியோஃபிட் சிற்றுண்ணிகளும் அத்தியின் இலைமொட்டுகளின் சாற்றை உறிஞ்சிக் குடித்துப் பல்கிப் பெருகுவதால் இலை மொட்டுகள் வாடிக் காய்ந்து விடுகின்றன. அசீரியா ஃபைக்கஸ் (Aceria ficus), ரின்க்காஃபைடோப்டஸ் ஃபிசிஃபோலியே (Rhyncaphytoptus ficifoliae) என்ற இருவகைச் சிற்றுண்ணிகள் பொதுவாக அத்திமர மொட்டுகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் தாக்குதலுக்குட்பட்ட மொட்டுகள் கருகிவிடுகின்றன.

ஏ) நன்மை பயக்கும் குளவிகள்

பிளாஸ்டோ:பேகா (Blastophaga) என்பவைமிகச்சிறிய கருநிறக் குளவிகள் (Wasps). இவை அத்தி மரங்களுக்கிடையில் பூக்களில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்பட

உதவுகின்றன. பிளாஸ்டோஃபேகா கிராஸ்ஸோரம் (Blastophaga grossorum) என்னும் சிறப்பினத்தில் ஆண் பூச்சிக்குச் சிறகுகளில்லை. பெண் பூச்சிக்கு நன்கு வளர்ச்சியடைந்த சிறகுகள் உண்டு. பெண் பூச்சி அத்திப் பூமஞ்சரியிலுள்ள மலட்டுப்பூவின் சூலறைக்குள் முட்டையிடும். முட்டை பொரிந்து, புழு, கூட்டுப்புழு நிலைகளைக் கடந்து இறுதியாகப் பூச்சி வெளியில் வரும். வெளிவரும்போது ஆண் பூக்களிலுள்ள மகரந்தத்தூள் அதன் உடலில் ஒட்டிக் கொள்ளும். இப்பூச்சி மற்றொரு மஞ்சரியில் நுழையும்போது பூச்சியின்மீது ஒட்டிக் கொண்டுள்ள மகரந்தத்தூள் அங்குள்ள பெண் பூக்களில் சேரும். இவ்வாறு அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை இப் பூச்சிகளின் உதவியால் நிகழ்கிறது. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையால் அளவில் பெரிய, சுவை மிகுந்த அத்திப் பழங்கள் உண்டாகின்றன. உயர்ந்த வகை அத்திப்பழங்களை விளைவிப்போர் அந்த அத்தியின் காட்டுவகை மரங்களின் சிறுகிளைகளை மஞ்சரிகளோடு வெட்டி எடுத்து வளர்க்கப்படும் மரங்களின் கிளைகளில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழும் பொருட்டுக் கட்டுவார்கள்.

மு. மோ.

நூலோதி

1. Ayyar T.V.R., *A Hand Book of Economic Entomology for South India*''. Govt. Press, Madras 1940.

2. David, R.V. and T. Kumaraswamy ''*Elements of Economic Entomology*'' Popular Book Depot. Madras 1975.

3. Channabasavanna, G.P., ''*A Contribution to the Knowledge of Indian Eriophyid Mites*'' 1966.

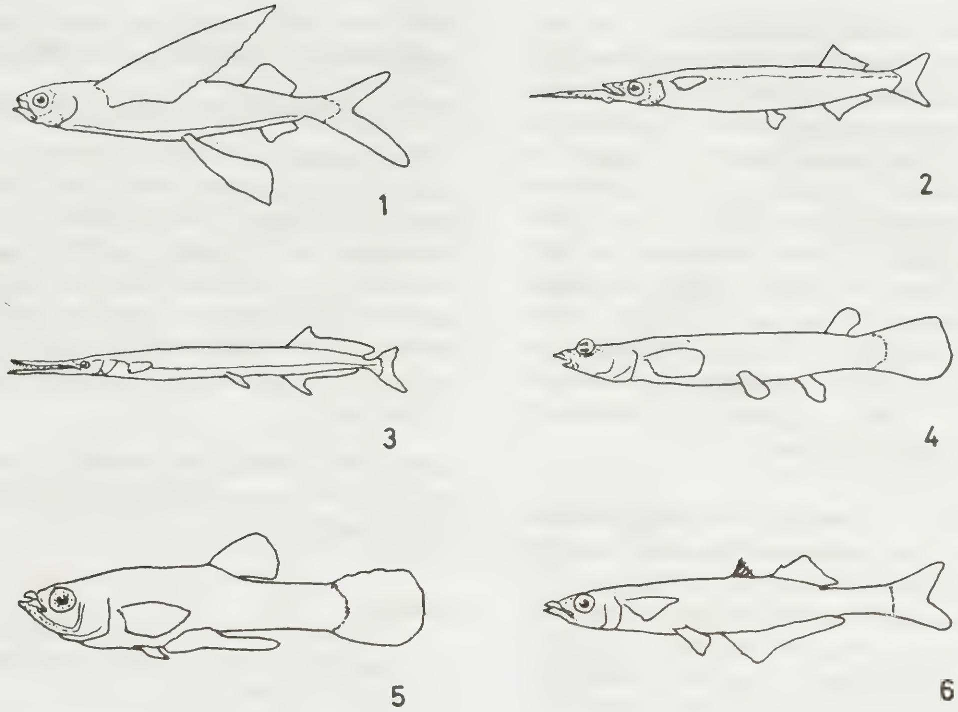
4. *Eriophyoidea ; Trombidiformes : Acarina* University of Agricultural Sciences, Bangalore.

அத்ரினிஃபாம்ஸ்

எலும்பு மீன்களும் (Bony fishes) மிக வியப்பூட்டும் பண்புகள் பலவற்றைக் கொண்ட மீன்களும் அடங்கிய வரிசை (Order) அத்ரினிஃபாம்ஸ் (Atheriniformes) ஆகும். இம்மீன்கள் கடலிலும் நன்னீர் நிலைகளிலும் காணப்படுகின்றன. சில, ஆற்று முகத்திலும் உப்பங்கழிகளிலும் வாழ்கின்றன. இவற்றினுடைய செவுள் மூடியின் (Operculum) ஓரம் முட்களோ பற்கள் போன்ற வளைவுகளோ இன்றி மழமழப்பாய் இருக்கிறது. மூளையகத்தில் (Cranium) ஆர்பிட்டோ ஸ்பீனாய்டு (Orbitosphenoid) எலும்பு கிடையாது. தோள் துடுப்பின் (Pectoral fin) வலிவுக்கூடு மூளையகத்துடன் போடிலாட்டின் எலும்பு பிணை நாரால் (Baudelot's ligament) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வால் வலிவுக் கூட்டில் (Caudal skeleton) பொதுவாக இரண்டு பெரிய முக்கோண வடிவிலான ஹைப்பூரல் தகடுகள் (Hypural plates) இருக்கின்றன. காற்றுப்பை (Air Bladder) உணவுக் குழாயுடன் தொடர்பின்றி உள்ள பைசோ கிளிஸ்டிக் (Physoclistic) வகையைச் சார்ந்தது. பொதுவாக, இம்மீன்கள் நீர்நிலைகளின் மேற்பரப்பில் வாழ்கின்றன. அத்ரினிஃபாம்ஸ் வரிசை எக்சோசீடிடே (Exocoetidae), பெலோனிடே (Belonidae), ஸகோம்ப்ர சோசிடே (Scomberesocidae), ஓரிசியாடிடே (Orysiatidae), அட்ரியானிக்தியிடே (Adrianichthyidae), சிப்ரினோடான்டிடே (Cyprinodontidae), கூடிய்டே (Goodeidae), அனாபிளபிடே (Anablepidae), ஹோராயிக்தியிடே (Horaichthyidae), ஜெனிசியைடே (Jenysiidae), போயசிலியைடே (Poeciliidae), மேலானோ டேனயை டே (Melanotaenidae), அத்ரினிடே (Atherinidae), அய்சோனிடே (Isonidae), நியோஸ்டிதிடே (Neostethidae), பாலோஸ்டிதிடே (Phallostethidae), என்னும் 16 குடும்பங்களைக் கொண்டிருக்கிறது. இவற்றுள் சில குறிப்பிடத்தக்க மீன்களைப் பற்றிய செய்திகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

குடும்பம் எக்சோசீடிடே (Family exocoetidae): பறக்கும் மீன்கள் ((Flying fishes)

பறக்கும் மீன்கள் கடலிலே வாழ்பவை ஆகும். இவற்றின் மேல் தாடையும் கீழ்த்தாடையும் ஒரே நீளமுள்ளவை. தோள் துடுப்புகள் மிக நீண்டும் அகலமாயும் பறவையின் இறக்கைகளைப் போன்று அமைந்திருக்கின்றன. சில இனங்களில் இடுப்புத் துடுப்புகளும் (Pelvic fins) நீண்டிருக்கின்றன. வால் துடுப்பில் (Caudal fin) மேல் பகுதியைவிடக் கீழ்ப்பகுதி நீண்டிருக்கின்றன. பெரும்பாலான மீன்கள் 30 செ.மீ. நீளம் வளர்கின்றது. சிப்லூரஸ் கலிபோர்னிக (Cypselurus californicus) என்னும் மீன் 45 செ.மீ. வரை வளர்கிறது. சூன் சூலை மாதங்களில் காரைக்கால், நாகப்பட்டினம் கடற்கரைப் பகுதிகளில் பறவைக் கோலா என்றழைக்கப்படும் பறக்கும் மீன் (Cypselurus poecilopterus) பெருமளவில் பிடிக்கப்படுகின்றது. இதற்காக மீனவர்கள் கோலாமரம் என்னும் ஏழு கட்டைகளைக் கொண்ட கட்டுமரத்தைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். பறவை கோலா நீரின் மேல் பரப்பில் வால் புழை, மேல் துடுப்புகளின் உதவியால் மணிக்கு 25 முதல் 30 கி.மீ. வரை வேகத்தில் நீந்துகின்றன. பின்னர், தோள் துடுப்புகளை விரித்து உடலை வளைத்துத் தலையையும் தோள் துடுப்புகளையும் நீருக்கு வெளியே நீட்டுகின்றன. இச்சமயம் நீரினுள் இருக்கும் வால் துடுப்பு வினாடிக்கு 50 முறை மிக வேகமாகத் துடிக்க இடுப்புத் துடுப்புகளின் உதவியுடன் நீருக்கு வெளியே எழும்பிப் பறக்கத் தொடங்குகின்றன. பறக்கும்போது மீனின் துடுப்புகள் அசைவின்றி விரிந்திருக்கின்றன. காற்றில் அப்படியே மிதந்து, சிறிது தொலைவு சென்று திரும்ப நீரில் மூழ்குகின்றன.



படம் 1. (1) பறக்கும் மீன் (2) அரை அலகி (3) ஊசி மீன் (4) நான்கு கண் மீன் (5) கப்பி (6) கிரனியன்

(ஆ) அரை அலகிகள் (Half beaks)

இம்மீன்களின் மேல்தாடை கீழ்த்தாடையை விட மிகக் குறுகிக் காணப்படுவதால் இவற்றை அரை அலகிகள் எனக் குறிப்பிடுவர். இவற்றின் தோள் துடுப்புகளும் இடுப்புத் துடுப்புகளும் சிறியவை. கடலிலும் நன்னீர் நிலைகளிலும் வாழும் இயல்புடையவை. எடுத்துக்காட்டு: ஹெமிராம்பஸ் (Hemiramphus)

குடும்பம் பெலோனிடே (Family belonidae): **ஊசி மீன்கள்** (Needle fishes)

இம்மீன்களில் மேல் தாடையும் கீழ்த்தாடையும் நீண்டு வளர்ந்து எண்ணற்ற ஊசி போன்ற பற்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. மிகச்சிறிய செதில்கள் (Scales) உடலை மூடியிருக்கின்றன. வாய் அகன்று பெரியதாக இருக்கிறது. மேல் துடுப்பில் ஆரைகள் (Rays) பத்திலிருந்து இருபத்தாறு வரை இருக்கின்றன. புழைத் துடுப்பின் ஆரைகள் எண்ணிக்கை 14—25 ஆகும். சிலவகை மீன்கள் நீரில் துள்ளித் துள்ளிக் குதிக்கும் இயல்புடையவை. ஸ்ட்ராங்கைலூரா குரோகடைலஸ் (Strongylura crocodilus) போன்ற மீன்கள் 1.2 மீ. வரை வளரக்கூடியவை.

குடும்பம் அனாபிளிபிடே (Family Anablepidae): **நான்கு கண் மீன்கள்** (Four eye fishes)

இம்மீன்களில் ஒவ்வொரு கண்ணும் இரண்டாக வகுக்கப்பட்டு மேற்கண், கீழ்க்கண் என விளங்குகிறது. இவை நீரில் நீந்தும் போது மேற்கண்கள் இரண்டும் நீருக்கு மேலேயும் கீழ்க்கண்கள் இரண்டும் நீருக்குக் கீழேயும் பார்க்க உதவுகின்றன. ஆண் மீனின் புழைத் துடுப்பின் முன் பகுதி ஆரைகள் குழாய் வடிவில் அமைந்து புணர்ச்சிக்கு உதவுகின்றன. சில ஆண் மீன்களில் இக்குழாய் வடிவிலான இனவுறுப்பு (Gonopodium) இடது புறம் வளையக்கூடியதாயும், இன்றும் சிலவற்றில் வலப்பக்கம் வளையக்கூடியதாயும் அமைந்திருக்கிறது. அதே போல் பெண் மீன்களும், சிலவற்றில் இனப்புழை இடப்பக்கம் அமைந்தும் சிலவற்றில் வலப்பக்கம் அமைந்தும் இருக்கிறது. இந்த வகை அமைப்பில் ஓர் 'இடக்கை' (Left-Handed/Sonostral) ஆண்மீன், ஒரு வலக்கை (Right Handed/Dextral) பெண்மீனுடனும், ஒரு வலக்கை ஆண் மீன் ஓர் இடக்கை பெண் மீனுடனும் தான் இனப்பெருக்கம் செய்யவியலும். இரண்டு பால் மீன்களிலும் (Both sexes) வலக்கை இடக்கை மீன்கள் சம அளவில் காணப்படுகின்றன. 30 செ.மீ. வரை இந்த மீன்கள் வளரக்கூடியவை.

குடும்பம் பேயசிலியைடே (Family poeciliidae)

உலகப் புகழ்பெற்ற கப்பியும் (Poecilia reticulata the Guppy), கொசு மீனும் (Gumpusia affinis-Mosquitofish) இந்தக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவைதாம். வீட்டிலே மீன் தொட்டி (Aquarium) வைத்துப் பொழுது போக்கிற்காக மீன் வளர்க்கும் சிறுவர்களுக்கு முதன் முதலில் அறிமுகமாகும் மீன் கப்பி என்றால் அது மிகையாகாது. டிரினிடாட் (Trinidae) தீவில் 1866 இராபர்ட் ஜான் லேச்மீயர் கப்பி என்ற பாதிரியாரால் (Reverend Robert John Lechmere Guppy) கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் இம்மீன் கப்பி எனப் பெயர் பெற்றது.

உடலிலே பலவகை வண்ணத்திட்டுகளைக் கொண்ட மீன் ஆண் கப்பி. பெண் கப்பி அவ்வளவு கவர்ச்சியாகத் தோற்றமளிக்காது. முட்டையிடாமல் குஞ்சுகளையே பெற்றெடுப்பதால் இம்மீனை எளிதில் பராமரிக்க முடிகிறது. கப்பிக்கு மிக நெருங்கிய உறவுடைய மீனான போயசீலியா ஃபார்மோசாவில் (Poecilia formosa) எல்லா மீன்களும் பெண் மீன்களே; ஆண் மீன்களே கிடையாது; இந்தப் பெண் மீன்களின் முட்டைகள் மற்ற வகை மீன்களின் (Other fishes) விந்தணுக்களில் (Sperms) தூண்டுவதால் வளர்ச்சியுற்றுப் பெண் மீன்களையே தருகின்றன. பிற மீன்களின் விந்தணுக்கள் தூண்டும் பணியை மட்டுமே செய்கின்றனவேயல்லாமல் பண்பணுக்கலைக் கொடுப்பதில்லை. இம்மீன்கள் 18 செ.மீ. வரை வளரக் கூடியவை.

தமிழில் முண்டகக் கண்ணி என்றழைக்கப்படும் கொசுமீன், மிகச் சிறிய பணியைச் செவ்வனே செய்து முடிக்க வல்லது. நமது நாட்டில் கொசுக்களை ஓரளவிற்கு அழிப்பதற்கும்,மலேரியா போன்ற நோய்களைக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் கொண்டு வருவதற்கும் இம்மீன் பெருமளவில் உதவியிருக்கிறது. இது கொசுவின் இளவுயிரிகளைத் (Larva) தன் உணவாகக் கொள்கிறது. கொசுக்களின் இளவுயிரிகள் நீரில் வாழ்பவை என்பது அனைவரும் அறிந்த ஒன்று. அப்படி இளவுயிரிகள் அதிகம் காணப்படும் நீர் நிலைகளில் இம்மீனைக் கொண்டு விடுவதனால் இவ்விளவுயிர்களை எளிதில் அழிக்க முடிகிறது. இதனால் கொசு உற்பத்தி குறைகிறது. இம்முறைக்கட்டுப்பாட்டை உயிரியல் கட்டுப்பாடு (Biological control) என அழைப்பர். இம்முறையினால் சுற்றுச் சூழலுக்கும் கேடு நிகழ்வதில்லை என்பது ஒரு மிகச் சிறப்பான நிலை. பூச்சி கொல்லி மருந்துகளைக் கொண்டு கொசுக்களை அழிப்பதை விட இப்படி மீன்களின் துணையுடன் கொசு வளர்ச்சியைத் தடை செய்வதை அறிவியலறிஞர்கள் பரிந்துரைக்கின்றனர்.

குடும்பம் அத்ரினிடே (Family Atherinidae)

தென் கலிபோர்னிய கடற்பகுதியில் வாழும் கிரனியன் (Leuresthes thenuis Grunion) என்ற மீன் வினோதமான முறையிலே முட்டையிடும் வழக்கத்தைக் கொண்டிக்கிறது. மார்ச்சிலிருந்து ஆகஸ்டு வரையிலான காலத்தில் உயர் ஓதத்தின் போது (High tide) இம்மீன்கள் கரையை நோக்கி ஆயிரக்கணக்கில் வருகின்றன. கரையிலே பெண் மீன்கள் தம் வால் பகுதியினால் மணலிலே ஒரு குழியுண்டாக்கி தலைப்பகுதி வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் நிலையில் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு பெண் மீனைச் சுற்றியும் ஓர் ஆண் மீன் உடலை வளைத்து அரவணைத்தாற்போல் படுத்திருக்கிறது. பெண் மீன் முட்டைகளை வெளியிடும் போது ஆண் விந்தணுக்களை வெளிப்படுத்துகின்றது. இப்படி உருவான கருமுட்டைகள் இம் மணற் குழிகளில் தங்கி வளர்ச்சியுற்று அடுத்த உயர் ஓதத்தின் போது குஞ்சுகள் பொரித்துக் கடல் நீரில் நீந்திச் செல்கின்றன.

குடும்பம் பலோஸ்டிதிடே (Family Paalloctethidae)

பிலிப்பைன்ஸ், மலேசியா போன்ற நாடுகளில் காணப்படும் பாலோஸ்டிதஸ்டங்கரி (Phallostfthus dunkeri) போன்ற மீன்கள் விநோதமான உடலமைப்புடன் விளங்குகின்றன. நீண்ட, சற்றே ஒளி ஊடுருவும் கண்ணாடி போன்ற உடலில், தொண்டைக்குக் கீழே ஆண் மீன்களில் தசைகள் சூழ்ந்த எலும்பாலான ஒரு இனவுறுப்பு அமைந்திருக்கிறது. மேலும் இம்மீன்களில் மலப்புழை (Anus) தோள் துடுப்புக்குக் கீழே காணப்படுகின்றது.

அத்ரினிஃபாம்ஸ் இப்படி பல்வேறு சிறப்பியல்புகளைக் காட்டும் 827 வகை மீன்களைத் தன்னகத்தே கொண்ட வரிசை ஆகும்.

அ.ப

நூலோதி

1. **Day, F,** ***Fishes of India,*** William Dawson & Press: London 1958
2. **lagler, K.F. et al,** ***Ichthyology*** John Wiley & sons: 1962
3. **Norman, J.R. A** ***History of Fishes,*** Ernest Born Ltd, London, 1963

அதிஅணுக்கரு இயற்பியலும், இடையீட்டு வினையும்

அணுக்கருவுடனும் அணுக்கருத் துகள்களுடனும் ஹைப்பரான்கள் (Hyperons) புரியும் இடையீட்டுவினையைச் சார்ந்தது அதிஅணுக்கரு இயற்பியலாகும். ஹைப்பரான்கள் நியூக்ளியான்களைவிடக் கனமான அடிப்படைத் துகள்களாகும். இவை நிலையற்றவை. இவை நியூக்ளியான்களாகவும், மெசான்களாகவும் சிதைவுறுகின்றன. ஹைப்பரான்களுள் λ (லாம்டா), (சிக்மா) Σ, Ξ (சை), Ω (ஓமீகா) என்று நான்கு வகைகள் உள்ளன. அவற்றின் மின்னூட்ட நிலைகளும் இயற்பியல் பண்புகளும் கீழே அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

லாம்டாஹைபரான், நியூட்ரானைப்போல மின் நடுநிலை வகிக்கும் ஒரு துகள். ஓர் அணுக்கருவில் நியூட்ரானை நீக்கிவிட்டு ஒரு லாம்டா ஹைப்பரானை உட்புகுத்தலாம். அதனால் அணுக்கருவின் நிலைப்புத் தன்மை பாதிக்கப்பட்டாலும், அது போன்ற அணுக்கருக்களை உருவாக்குவது இயலக்கூடியதே. இவ்வகை அணுக்கருக்களை அதி அணுக்கரு என்கின்றார்கள். அதி அணுக்கருவின் சராசரி வாழ்வுக் காலம் 10^{-11} முதல்

ஹைப்பரானின் பெயர்	நிலை எடை (Rest mass) மில்லியன் எ.வோ. (MeV)	சராசரி ஆயுள் (mean life) செகண்டு	தற்சுழற்சி (spin)
Λ°	1115.6	2.63×10^{-10}	½
Σ^{+}	1189.4	0.8×10^{-10}	
Σ°	1192.5	6.0×10^{-20}	½
Σ^{-}	1197.4	1.48×10^{-10}	
Ξ°	1314.9	2.9×10^{-10}	
Ξ^{-}	1321.3	1.65×10^{-10}	½
Ω^{-}	1672.2	1×10^{-10}	3/2

10^{-10} வினாடி என்ற கால நெடுக்கையில் (Range) உள்ளது. இஃது, தனித்த லாம்டா ஹைபரானின் வாழ்வுக் காலத்தை விடக் குறைவானது.

ஹைப்பரான் - அணுக்கருத்துகள் இடையீட்டுவினை

Λ, Σ ஹைப்பரான்களின் ஆயுள்குறைவாக இருப்பதால் அணுக்கருத்துகள்களின் கற்றைகளைப் போல இவற்றைக் குறைந்த வேகக் கற்றைகளாகப் பெற முடியாது. அய்ட்ரஜன் குமிழ் கலனில் (Hydrogen bubble chamber) புரோட்டான்களில் மோதிச் சிதறும் Λ Σ ஹைப்பரான்களின் தன்மைகளிலிருந்து $\Lambda-N$, $\Sigma-N$ இடையீட்டு வினைகளைப் பற்றிய உண்மைகள் அறியப் படுகின்றன. $\Lambda-N$ இடையீட்டுவினையானது N—N இடையீட்டுவினையைப்போல் கிட்டத்தட்ட அரை மடங்கு கவர்ச்சிவிசை (Attractive force) உடைய தென்றும், இரண்டும் ஒரே அளவு விலக்குவிசை (Repulsive force) உடையனவென்றும் இந்த ஆய்வுகள் தெளிவு படுத்துகின்றன. யுகாவா-மெசானைப் (Yugawa meson) பரிமாறி (Exchange) அணுக்கருத்துகள்கள் மிகு வலிமை வினைகளுக்கு (Strong interaction) உட்படுகின்றன. Λ° துகள் மின்னேற்றமின்றி வியன்தன்மை (Strangeness) கொண்டிருப்பதால், Λ துகளும் அணுக்கருத் துகளும் மிகக் குறைந்த ஒய்வு நிலைநிறை கொண்ட π மெசானைப் பரிமாற்றிக் கொள்ளமுடியாது. ஏனெனில், மிகுவலிமை இடையீட்டுவினை வியன் தன்மையின் அழிவின்மை (Conservation of Strangeness) விதிக்கு உட்பட்டது. இதனால் Λ°-Λ°, Λ°-N இடையீட்டுவினைகளில் விசை செயல்படும் தொலைவு குறைந்திருக்கும். இந்த வேறுபாட்டின் விளைவாக N-N சேர்க்கையில் காணப்படுவதற்கு மாறாக Λ°-N, $\Lambda^{\circ}-\Lambda^{\circ}$ சேர்க்கைகளில் எதிர் இணைச் (Anti parallel) சேர்க்கை இணைச் (Parallel) சேர்க்கையை விடச் சற்று அதிகமான கவர்ச்சி விசை கொண்டிருக்கும். ω மெசான் போன்ற கனவெக்டார் மெசான்களை (Heavy vector meson) Λ,N துகள்கள் பரிமாறுவதால் ஒரு விலக்குவிசையும் Λ-N இடைவினையில் உண்டு. Λ துகளும் Σ துகளும் ஒரே வியன் தன்மை (-1) பெற்றிருப்பதால் Λ-N, Σ-N இடைவினைகள் மூலம் ஒன்று மற்றதாக மாறுகிறது. 80 Mev வேக ஆற்றலில் Λ,N துகள்கள் வினைபுரிந்து Σ,N துகள்கள் உருவாகின்றன.

அதி அணுக்கரு

பால்மம் (Emulsion) கலன், குமிழ் கலன்களில் K மெசானும் அணுக்கருவும் புரியும் இடையீட்டுவினையில் அதி அணுக்கருவும் உண்டாகிறது. எதிர் மின்னூட்டமும் வியன் தன்மை (-1)ம் கொண்ட K^{-} மீசான் அணுக்கருவிலுள்ள அணுக்கருத்துகளுடன் வினைபுரிந்து (எ.கா. $K^{-}+n\rightarrow\pi^{-}+\Lambda$) Λ துகளை அணுக்கருவினுள் உண்டாக்குகிறது. Λ துகளைப் பெற்ற அணுக்கரு அதி அணுக்கரு எனப்படும். இது சிதையும் போது வெளிப்படும் பொருள்களை ஆராய்வதன்மூலம் இதன் அடிநிலைக் கட்டாற்றல் (Ground state binding energy), தற்சுழற்சி முதலிய பண்புகளை அறியலாம். கீழ்நிலை (Lower state) யிலிருக்கும் அதி அணுக்கரு, தனித்த (Free) Λ துகளின் சராசரி ஆயுளான $\Omega\ 10^{-10}$ வினாடி வரை சிதையாமலிருக்கும். மிகு வலிமைவிசையாலான இடையீட்டுவினைகள் $\Omega\ 10^{-23}$ வினாடி நடைபெறுவதால் இந்த இடைவினைகளைப் பொறுத்த மட்டில் அதி அணுக்கருவினை அதிக ஆயுள் கொண்டதாகக் கொள்ளலாம். அதி அணுக்கருவிலுள்ள Λ துகள்கள், புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவை தனித்தனியே பவ்லியின் தவிர்க்கை விதிக்கு (Pauli's exclusion principle) ஏற்ப இடம்பெறுகின்றன. ஒரு அதிஅணுக்கருவில் ஓரிரு Λ° துகள்களே இருப்பதால் இவை கீழ்நிலையில் இருக்கின்றன. இவை தனித்த Λ துகளப் போல $\pi+N$ என்று சிதைய முடியாது. ஏனெனில், இவ்வாறு சிதைந்தால் உண்டாகும் குறைந்த வேக ஆற்றல் கொண்ட அணுக்கருத்துகளைப் பவ்லியின் தவிர்க்கை விதி அனுமதிக்காது. எனவே, அதி அணுக்கருவிலுள்ள Λ துகள் ஓர் அணுக்கருத்துகளுடன் குறைவலிமை இடையீட்டுவினை (Weak interaction) புரிந்து அதிவேக ஆற்றல் கொண்ட இரு அணுக்கருத் துகள்களை உண்டாக்குகிறது. இவை பவ்லியின்

தவிர்க்கை விதிப்படி அணுக்கருவின் கிளர்நிலையில் (Upper state) இருக்க முடியும்.

N-N கவர்ச்சி விசையைவிட Λ-N கவர்ச்சி விசை குறைந்திருந்தாலும் கனமான அதிஅணுக்கருவிலுள்ள Λ துகளைப் பிரிக்கத் தேவையான ஆற்றல், ஒரு கிளர் நிலையிலுள்ள அணுக்கருத்துகளைப் பிரிக்கத் தேவையான ஆற்றலை (8 MeV) விட அதிகம். ஓர் அணுக்கருவின் ஆற்றல் நிலை உயரஉயர, கட்டாற்றல் குறைவாக இருக்கும். அதிஅணுக்கருவிலுள்ள ஓரிரு Λ துகள்கள் கீழ்நிலையிலிருப்பதால் அவற்றின் கட்டாற்றல் Λ-N இடையீட்டுவினை ஆற்றலை விடக் குறைவாக இருப்பினும், மேல்நிலை N துகளின் கட்டாற்றலைவிட அதிகமாக இருக்கும். அதிகக் கனமுள்ள அதிஅணுக்கருவில் Λ துகளின் கட்டாற்றல் கிட்டத்தட்ட 30 MeV என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இலேசான அதிஅணுக்கருவில் எல்லா N, Λ துகள்களும் கீழ்நிலையில் இருப்பதால் Λ-N இடையீட்டு வினையின் குறைவான கவர்ச்சி விசை காரணமாக Λ துகள் மற்றவற்றைவிடக் குறைந்த கட்டாற்றல் பெற்றிருக்கும். புரோட்டானும், நியூட்ரானும் சேர்ந்த ட்யூட்ரான் (Deutron) இருக்கின்றபோதிலும் Λ,N சேர்ந்த அதி அணுக்கரு இல்லை. Λ,p,n ஆகிய மூன்றும் சேர்ந்த அதிடிரைட்டான் (Λ'T) (Hyetriton) தான் மிக இலேசான அதி அணுக்கரு. இதில் Λ துகளின் கட்டாற்றல் மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் இது, ஒரு யுரேனிய அணுக்கருவைவிடப் பெரியதாக இருக்கும்.

சூரியனது எடையைவிட அதிக எடை கொண்ட 'நியூட்ரான் விண்மீனின்' (Neutron star) உட்பகுதியில் ஈர்ப்பின் (Gravitation) காரணமாக நியூட்ரான்கள் ஹைப்பரான்களாக மாற்றப்படலாம். அதிக அடர்த்தியில் பௌலியின் தவிர்க்கை விதிக்கு உட்பட்ட நியூட்ரான்கள் அதிக வேக ஆற்றல் கொண்டிருக்கவேண்டும். நியூட்ரான் ஓய்வு நிலை நிறையை விட ஹைப்பரான் நிலை நிறை அதிகமாக இருப்பதால், ஒரு நியூட்ரான் ஒரு ஹைப்பரானாக மாற அந்த நிறை வேறுபாட்டிற்குச் சமமான வேகஆற்றல் கொண்டிருக்கவேண்டும். இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட ஹைப்பரான்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் இவை குறைந்த வேக ஆற்றலுடன் பௌலியின் தவிர்க்கை விதியைப் பின்பற்றலாம். எனவே, 'நியூட்ரான் விண்மீனின்' உட்பகுதியில் அதி அணுக்கரு இடைவினைகள் நிகழ்கின்றன எனக் கூறலாம்.

ஆர். கே.

நூலோதி

1. Rita G. Lerner and George L. Trigg (Eds) *"Encyclopaedia of Physics"* Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts 1981.

2. Herrmen Friedl.off and Ben Lenthall BA (Chief Eds), *The University Desk Encyclopaedia"* Elsevier Publishing Projects S. A., Lausanne 1977.

3. R. H. Dalitz, *"Nuclear Interactions fo Hyperons"* Oxford University Press, London 1965.

அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறை

உடல் இயங்கியல் மருந்தியல் ஆராய்ச்சிகளில் ஆக்சிஜனை உயர் அழுத்தங்களில் தரப் பயன்படுத்தும் சிறப்பு ஏற்பாடுகளுள்ள அழுத்தக் கலன் அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறை எனப்படுகிறது.

அடிப்படைக் கோட்பாடு. வெப்ப இரத்த விலங்குகளின் உடல்களில் இயல்பான நிலைமைகளின் கீழ் இரத்தச் சிவப்பணுக்கள் ஆக்சிஜனை உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் கொண்டு செல்கின்றன. மனித உடலில் 5%-க்கும் குறைவான ஆக்சிஜனே உடல் பாய்மங்களில் கரைந்துள்ளது. இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் போக்குவரத்து திறன் மிகக் குளிர்ந்த சூழ்நிலைமைகளில் வெப்பஇரத்த விலங்குகளின் உடல்களை உயர்வெப்ப நிலையில் வைத்திருக்க உதவுகிறது. பெருஞ் செயல்திறன்மிக்க மூளைக்கு வேண்டிய உயர் ஆக்சிஜன் தேவையைச் சந்திக்கிறது. என்றாலும் இரத்தக் குழல்களில் நிகழும் இரத்தச் சிவப்பணுச் சுழலோட்டத்துக்கு இதயம் மிகுந்த வேலை செய்ய வேண்டியுள்ளது. குருதிக்குழல்கள் சிதைந்தாலோ தடைப்பட்டாலோ இரத்தச் சுழலோட்டம் குறையும்.

உடல் பாய்மங்களில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு நுரையீரல்களில் உள்ள ஆக்சிஜனின் அழுத்தத்தைச் சார்ந்துள்ளது (ஹென்றி விதி). ஒரு மனிதன் மூச்சில் காற்றை இழுப்பதற்குப் பதில் ஆக்சிஜனை இழுத்தால் உடல் பாய்மங்களில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு ஆறு மடங்காக அதிகரிக்கும். இந்த ஆக்சிஜன் அளவும் மனித உடலுக்குப் போதுமானதன்று. இயல்பான காற்றழுத்தம் போல மும்மடங்கு அழுத்தமுள்ள ஆக்சிஜன் இழுத்தால் உடல் பாய்மங்களில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் சிவப்பணுக்களின் இயல்பான ஆக்சிஜன் கடத்துதிறனுக்குச் சமமாகும். இரத்தத்தில் உள்ள சிவப்பணுக்களை அகற்றிவிட்டு விலங்குகளைச் சிறிதுநேரம் அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறையில் வைத்துக் காப்பாற்றலாம். சோதனை முடிந்ததும் சிவப்பணுக்களை மீண்டும் உடலில் ஏற்றுவர். இந்த விலங்குகள் அப்போது மீண்டும் தங்கள் இயல்பான வாழ்க்கையை நடத்தத் தொடங்கிவிடுகின்றன.

கரைந்த ஆக்சிஜன் உடல் பாய்மங்கள் வழியாக உடலின் எந்தப் பகுதியையும் அடைய முடியும்; இரத்தக்குழல்கள் மூலம் மட்டுமே பரவவேண்டும் என்று கட்டாயமில்லை. மேலும் இயல்பான ஆக்சிஜன் அளவைப்போல் இருமடங்கு கரைந்த ஆக்சிஜன் குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள இரத்தத்தில் உள்ளடங்கியிருக்கும்

இந்த உயர்மட்ட ஆக்சிஜனின் அளவு நோயாளிக்குக் கீழ்க்கண்ட வழிகளில் நலம் தருகிறது.

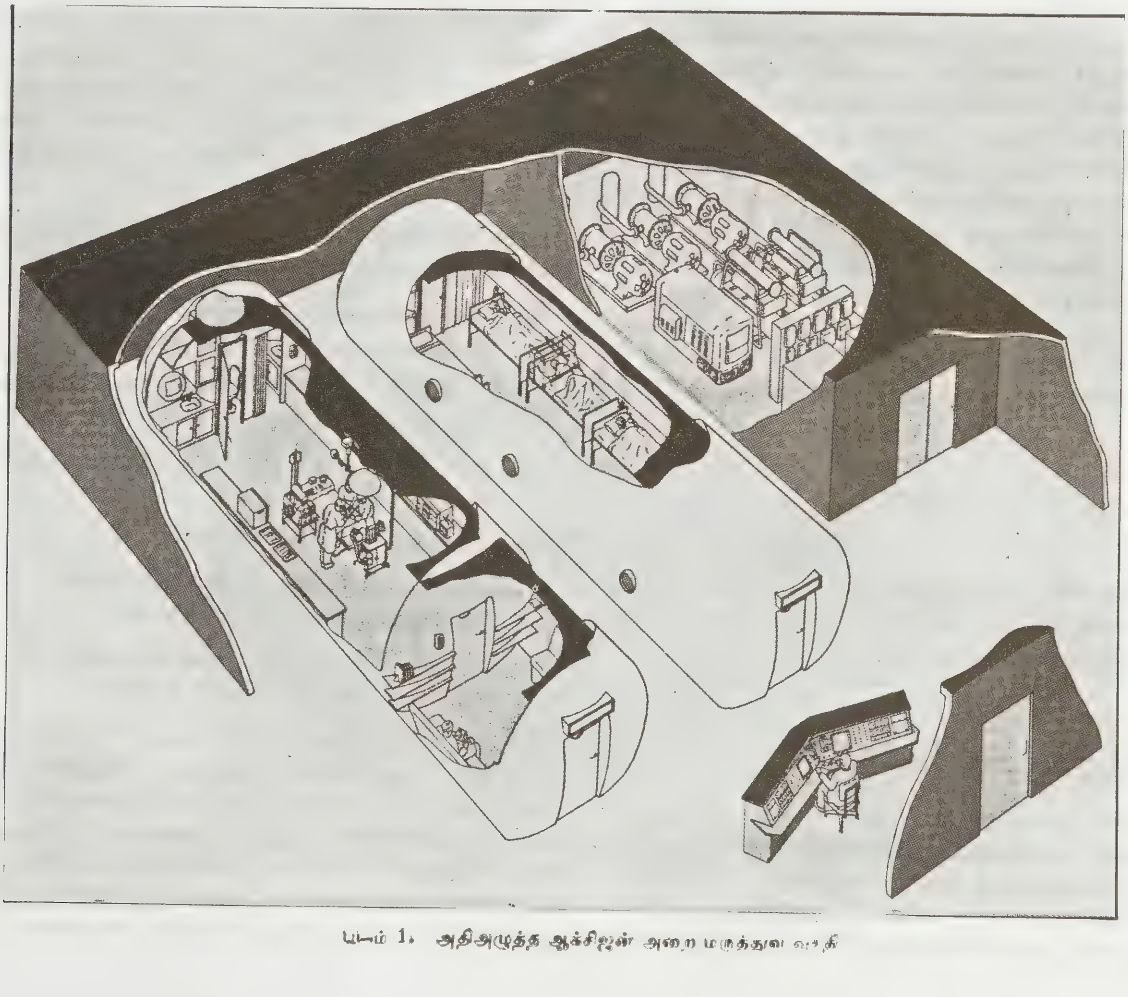
1. சுழலோட்ட மண்டல அடைப்புகளைக் கடந்து சென்று ஆக்சிஜன் அற்ற திசுக்களைக் காக்கும்.
2. இதயத்தின் வேலை அளவைக் குறைக்கும். ஏனென்றால் இயல்பான இரத்த ஓட்டத்தைப் போன்ற அரை மடங்கு இரத்த ஓட்டமே உடலுக்குத் தேவையான கரைந்த ஆக்சிஜனைத் தரும்.
3. கார்பன் மோனாக்சைடைப் போன்ற நஞ்சுகள் நீக்கப்படுகின்றன.
4. டிட்டனஸ் போன்ற ஆக்சிஜன் நச்சா பாக்டீரியாக்கள் அழிக்கப்படுகின்றன.
5. புற்றுநோய்க்கான கதிர்வீச்சுச் சிகிச்சையைத் திறம்படச் செய்ய முடிகிறது.

அமைப்பு. உடல் இயங்கு இயல் ஆய்வுகளுக்கும் நோயாளிகளின் சிகிச்சைக்காகவும் ஓர் ஆள் இருக்கத் தக்க கலன்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவை விலை குறைந்தவை; என்றாலும் மருத்துவர்கள் இதனுள் வாழும் நோயாளிகளுக்குச் சிகிச்சை செய்ய ஏற்றவை அல்ல.

நோயாளிக்குச் சிகிச்சையோ அறுவையோ செய்ய இதை விட மிகப்பெரிய அறைகள் கட்டப்படுகின்றன. படத்தில் இரண்டு அறைகள் உள்ள ஓர் அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. ஓர் அறை எந்திரங்களின் இயக்க அறை. மற்றோர் அறை மருத்துவச் சிகிச்சை அறை. இவை தக்க அழுத்த மூட்டிய காற்றால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. நோயாளிகள் மூடுறை மூலம் பெறும் ஆக்சிஜனில் மூச்சுவிடுவர். மருத்துவரும் செவிலியரும் அறைக்காற்றில் மூச்சு விடுவர்.

ஒவ்வோர் அறையும் 15மீ. நீளமும் 4மீ. விட்டமுமுள்ள எஃகுக் கலனால் ஆனது. இதைவிடப் பெரிய அறைகளும் கட்டப்படுவதுண்டு. ஆனால் இவற்றைத் தக்க காற்றால் நிரப்பப் பெரிய அமுக்கிகள் (compressors) தேவை.

இந்த அறையில் மூன்று பகுதிகள் அமைந்துள்ளன. முன் அல்லது முகப்புப்பகுதி மூலம் நோயாளிகளை உள்ளே அனுப்பலாம். தலைமை அறை உயர் அழுத்



படம் 1. அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறை மருத்துவ வசதி

தத்தில் உள்ளபடி முன் அறைப்பகுதியின் அழுத்தத்தைத் தேவையானபோது குறைக்கலாம் அல்லது ஏற்றலாம். தலைமை அறையில் 10மீ, 11மீ. உள்ள இரு அறைகள் உள்ளன. ஒவ்வோர் அறையிலும் அறுவை மேடை இருக்கும். மறு அறையில் 6 அல்லது 8 நோய்ப் படுக்கைகள் இருக்கும். தலைமை அறைக்கு வெளியில் ஓர் அறையில் கழிவிடம் இருக்கும். மறு அறையில் அறுவையின்போது அறுவைக் கவனிப்புப் பணியாளர் விரைந்து சென்றுவர ஏற்றதொரு சிற்றறை இருக்கும். மேலும் கருவியையும் சிறு சாதனங்களையும் எடுத்துச் செல்லக் கருவிப் பெட்டி அறையும் இருக்கும்.

அருகிலுள்ள புறஅறையில் காற்றமுக்கிகளும் காற்றுக் குளிர்பதனாக்கிகளும் ' உள்ளன. அதிலுள்ள மையக் கட்டுப்பாட்டகத்திலிருந்து இயக்குபவர் ஒவ்வோர் அறை நிகழ்வுகளையும் கவனிக்கலாம். தொலைமுறைக் கட்டுப்பாட்டுக் குமிழ்களைக் கொண்டு எந்தவொரு எந்திரத் தொகுதியையும் இயக்கலாம்.

வரலாறு: உடல்இயங்கு இயல் அறிஞர்கள் உயர் நிலை அழுத்தங்களின் பயன்பாட்டில் நெடு நாளாகவே விருப்பம் கொண்டிருந்தனர். முதல் உலகப்போரில் ஆர்வெல் கன்னிங்காம் என்பார் நோயாளிகளின் இன்புளுயன்சா காய்ச்சலுக்கு உயர்நிலை அழுத்தத்தில் சிகிச்சை செய்யும்போது நோயாளிகள் விரைந்து குணமடைவதைக் கண்டார். ஆனால் இயல்பான அழுத்த ஆக்சிஜன் சிகிச்சையும் எவ்வித சிரமமும் இல்லாமல் இதே அளவு பயனைத் தருவதையும் கண்டார். 1950 வரை உயர் அழுத்த ஆக்சிஜன் சிகிச்சை பயன்பாட்டிற்கு வரவில்லை. 1950இல் இதய அறுவைச் சிகிச்சைக்கு உயரழுத்த ஆக்சிஜன் அறையின் பயன்பாடு பரிந்துரைக்கப்பட்டது. 1955இல் மிகப் பெரிய அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறையை நெதர்லாந்து நாட்டு அம்ஸ்டர்டாமில் கட்டினர். பிறகு இம்முறை பிரிட்டானியப் பெருநாடு, கனடா, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பரவியது. பார்க்க, ஆக்சிஜன்; மூச்சுயிர்த்தல் (சுவாசம்).

நூலோதி

1. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology* Vol, 6, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

அதி ஆபத்துக்குரிய குழவி

குழந்தைகள் ஆரோக்கியத்தோடும் அறிவுக் கூர்மையோடும் வளர வேண்டுமாயின் கருப்பையில் அவை வளரும் போதிலிருந்தே தாய்மார்களுக்குப் போதிய மருத்துவ அறிவுரைகள் கூறி, அறியாமையைப் போக்கிப் பேணிக் காக்க வேண்டும். பேறு காலத்தில் மட்டும் மருத்துவரை அணுகுவது போதிய பலனளிக்காது.

கீழ்க்கண்ட சந்தர்ப்பங்களில் ''அதி ஆபத்துக்குரிய குழவி'' பிறக்கக்கூடும்.

1. கருப்பையுள் குன்றிய வளர்ச்சி (Intra uterine growth retardaction)
2. முதிரா சிசு (Premature infant)
3. குறித்த காலம் தள்ளிப் பிறக்கும் குழந்தை (Post maturity)
4. நோயுற்ற தாய்மார்களுக்குப் பிறக்கும் குழந்தை
5. பிறவி ஊனங்கள் (Congential anomalies)
6. கடினமான பிரசவத்தில் பிறக்கும் குழந்தை
7. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கர்ப்பங்கள் (Multiple pregnencies).

மேற்கூறியவற்றில் ஒவ்வொரு பிரிவும் விளக்கமாகக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

குறித்த காலத்தில் எளிதாகப் பிரசவம் ஆனாலும் சில குழந்தைகள் தோல் சுருங்கி, தசைப் பிடிப்பு இல்லாமல் பிறக்கும். இதற்குச் சரியான காரணங்கள் தெரியாவிட்டாலும், தாயின் உடல் நலமின்மை, தாய்க்கு ஏற்படும் சில நோய்கள் (எடுத்துக்காட்டு : அம்மை, கொடிய காய்ச்சல்) குழந்தையின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன என்று கூற முடியும். இக்குழந்தைகளைக் காப்பாற்ற எல்லா ஏற்பாடுகளையும் செய்ய வேண்டும்.

குறித்த காலத்திற்கு முன்பே குழந்தைகள் பிறந்து விடுவதுண்டு. இதற்குக் காரணங்கள் :

1) முதிரா நிலையில் பனிக்குடம் உடைதல் (Premature rupture of membranes)
2) நச்சுக் கொடியில் இரத்த ஓட்டம் போதாமை (Placental insufficiency)
3) ஒரே சமயத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குழந்தைகள் பிறப்பது.
4) பனிநீர் மிகைநிலை (Hyframnios)
5) கருப்பைக் கழுத்து வாயின் இயலாமை (Incompetence of the cervicalos).

மேற்கூறிய காரணங்களால் முன்னதாகவே பிறக்கும் குழந்தையைப் பேணுதல் மிகவும் முக்கியம்.

சில பெண்களுக்கு முக்கியமாக முதல் பேறு காலத்தில் கணுக்காலில் வீக்கம், சிறுநீரில் உப்பு, இரத்த அழுத்தம் அதிகமாவது ஏற்படக்கூடும். இந்த நோய் தற்காலிகமானது. குழந்தை பிறந்ததும் தானாகவே சரியாகிவிடும். கணுக்காலில் வீக்கம் கண்ட உடனேயே மருத்துவரை அணுகிச் சிறுநீர், இரத்த அழுத்தம் முதலியவற்றை ஆய்ந்து அவருடைய அறி

வுரைப்படி நடக்க வேண்டும். இன்றும் நம் மக்கள் கணுக்காலில் ஏற்படும் வீக்கத்தை அசட்டையாக விட்டு விடுகிறார்கள். இந்த நோய் கண்ட பெண்ணை மருத்துவமனையில் சேர்த்துப் போதிய ஓய்வும், சிகிச்சையும் தர வேண்டும். இல்லாவிடில் பேறு காலத்தில் இழுப்பு ஏற்பட்டு, குழந்தையோடு தாயையும் இழக்க நேரிடும். இந்த நோய் கண்டவர்களின் குழந்தை, மிக ஆபத்துக்குரிய குழந்தையாகும். தாய்க்கு இழுப்பு வராமல் இருப்பதற்காகத் தூக்கம் தரும் போதை மருந்துகளைச் சிரை வழி அடிக்கடி செலுத்த வேண்டியிருக்கும். உப்புக் குறைவான உணவுகளைத் தர வேண்டும், பேறு காலம் நெருங்கிவிட்டால் கூடிய சீக்கிரம் குழந்தையைப் பிரசவிப்பது முக்கியம். இல்லாவிடில் குழந்தை கருப்பையிலேயே இறந்துவிடும். சில சமயங்களில் தாயின் நிலைமை மிகவும் ஆபத்துக்குரியதாகி விடும். அப்போது குறை மாதமாக இருந்தாலும், தாயைக் காப்பாற்றுவதற்காக அறுவைச்சிகிச்சை மூலம் குழந்தையை எடுக்க வேண்டியிருக்கும். ஆகவே இவர்களுக்குப் பிறக்கும் குழந்தைகளைக் காப்பாற்றுவது மிகவும் அவசியம்.

நீண்ட நாட்கள் இதய நோய், இரத்த மிகை அழுத்தம், சிறுநீரகம், நுரையீரல் ஆகியவற்றின் நோய்களால் பாதிக்கப்பட்ட பெண்களுக்குப் பிறக்கும் குழந்தைகளும் அதி ஆபத்துக்குரிய குழந்தைகளே.

காமாலை நோய், கருவுற்ற காலத்தில் ஏற்பட்டால் குறை மாதத்திலேயே குழந்தை பிறந்துவிடுவதுண்டு. ஆர்எச். முரண்பாட்டால் (Rh-incompatibility) குழந்தை உடல்நலமின்றி, முன்னதாகவே பிறக்கக் கூடும். இதைத் தவிர்க்கத்தான் நாம் முதல் பிரசசவத்தின் போதே இரத்தத்தின் பிரிவையும், அதன் வேறுபாட்டையும் தெரிந்து கொள்வது அவசியம்.

கருவுற்றிருக்கும்போது நோய்கள் ஏற்பட்டு, அவற்றிற்கு மருந்துகள் சாப்பிடுவதால் குழந்தையின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது.

சர்க்கரை நோய் உள்ள பெண்ணுக்குக் குழந்தை பெரியதாகப் பிறந்தாலும், அக்குழந்தைக்கு நோய் எதிர்ப்புச் சக்தி குறைவாக இருக்கும். ஆகவே இக் குழந்தைகளை அதிக கவனமாகப் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

சில குழந்தைகள் பிறக்கும்போதே, உள்ளுறுப்புக்களாகிய இதயத்திலும், நுரையீரலிலும், குடலிலும் சீர்கேடோடு பிறக்கக் கூடும். இவற்றைக் குழந்தை பிறந்த உடனேயே கண்டுபிடித்து உடனுக்குடன் தேவையான சிகிச்சை செய்ய வேண்டும்.

பிரசவம் சில சமயங்களில் எளிதாக அமையாது. குழந்தை பெரியதாக இருந்தாலோ, புட்டம் நோக்கிப் பிறப்பதாக இருந்தாலோ, குழந்தை கருப்பையில் குறுக்காக இருந்தாலோ பிரசவம் கடினமாக இருக்கும். இம் மாதிரியான சமயங்களில் பிறக்கும் குழந்தை அதி ஆபத்துக்குரிய குழந்தையாகும். சில சமயங்களில் அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் தான் குழந்தையைப் பிரசவிக்க வேண்டியிருக்கும்.

சில நேரங்களில், கீழ்நிலை நச்சுக் கொடி உண்டாகி அதிக இரத்தப் போக்கு ஏற்பட்டுக் குழந்தையை இழக்க நேரிடும். இம்மாதிரியான சமயங்களில் விரைவாக முயற்சி செய்து அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் குழந்தையை எடுத்துவிடுவது குழந்தைக்கும் தாய்க்கும் நல்லது. (பொதுவாக நச்சுக்கொடி, கருப்பைக் கூரையில் மேற்புறமாக அமைந்திருக்கும். அசாதாரண நிலைகளில் நச்சுக் கொடி கீழ்நிலையை அடைந்து சிக்கலை உண்டாக்குகிறது).

படம் 1. முதிராச்சிசுவிற்கு செயற்கை மூச்சளிக்கப்படுகிறது.

ஒரே பிரசவத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குழந்தைகள் பிறக்கக்கூடும். கருப்பை, குழந்தைகளின் பாரம் தாங்காமல் குறித்த காலத்திற்கு முன்பே குழந்தைகள் பிறந்துவிடுவதுண்டு. இக்குழந்தைகள் சில சமயங்களில் உடல் நலமின்றி இருக்கும்.

மேற்கூறிய குறிப்புகளிலிருந்து எந்தெந்தச் சமயங்களில் அதி ஆபத்துக்குரிய குழந்தை பிறக்கும் என்பதைத் தெரிந்து கொண்டோம். கூடுமானவரை மருத்துவ உதவியோடு, இம்மாதிரியான குழந்தைகள் பிறக்காதவாறு பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். அடிக்கடி மருத்துவரை அணுகி மருத்துவ ஆலோசனையைப் பெற்று அதன்படி நடந்து கொள்ளவேண்டும். ஒரு பிரசவம் எளிதாக இருப்பது போல் அடுத்த பிரசவம் இருப்பதில்லை. ஆகவே ஒவ்வொரு பேறுகாலத்தின் போதும் நாம் விழிப்பாக இருக்க வேண்டும். முன் எச்சரிக்கையாக பேறு காலத்தின் போது தாயையும், குழந்தையையும் காக்க வேண்டி எல்லா ஏற்பாடுகளையும் செய்து வைக்க வேண்டும். தவிர்க்க முடியாத சந்தர்ப்பங்களில் பிறக்கும் ஆபத்துக்குரிய குழந்தைகளைப் பராமரிப்பது பற்றிக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

குழந்தை பிறக்கும் இடம் துப்புரவாக இருக்க வேண்டும். குழந்தை பிறந்தவுடன் அழுது, எளிதாக மூச்சுவிட்டால் பிறகு பயமில்லை. குழந்தை பிறந்தவுடன் வாயிலும் மூக்கிலும் உள்ள பனிநீரை, உறிஞ்சும் குழாயால் (Suction tube) அகற்ற வேண்டும். இதனால் குழந்தை எளிதாக மூச்சுவிட முடியும். குழந்தையின் கண்களைத் தொற்று நீக்கப்பட்ட மெல்லிய துணியால் துடைக்க வேண்டும். குழந்தையை நச்சுக் கொடியிலிருந்து பிரித்து எடுத்துத் தூய்மையான பருத்தித் துணியில் சுற்றிவைக்க வேண்டும். துண்டிக்கப்பட்ட நச்சுக் கொடியின் பாகத்தை ஸ்பிரிட்டால் துடைத்து இரத்தக் கசிவு இல்லாதபடி பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

குழந்தை பிறந்தவுடன், அழாமல் மூச்சுவிடத் திணறினால், ஆக்சிஜனை மெல்லிய இரப்பர்க்குழாய் மூலம் மூக்கு வழியாகச் செலுத்த வேண்டும். இந்த முயற்சியும் பலனளிக்காவிட்டால் 5மி. லி. 25% குளுக்கோஸ் நீரையும் கலந்து மெதுவாக நச்சுக் கொடியிலுள்ள இரத்தக் குழாய் மூலம் குழந்தைக்குச் செலுத்தினால் குழந்தையின் மூச்சு சீராகிவரும். குழந்தை வாய்மேல் மெல்லிய துணி போட்டு நம் வாயை வைத்துச் சீராக ஊதிக் குழந்தைக்குச் மூச்சு வருவதற்கு வழி செய்யலாம்.

மேற்கூறிய வழிகளிலும் குழந்தையின் மூச்சு சீராக வரவில்லை என்றால் மூச்சுக் குழாயில் (Trachea) இரப்பர் குழாயைச் செலுத்தி அதை ஆக்சிஜன் உள்ள பெட்டியோடு இணைத்துக் குழந்தை சீராகச் மூச்சு விடுவதற்கு நாம் உதவ வேண்டும். இதைப் பயிற்சி பெற்ற ஒருவரால்தான் செய்ய முடியும். குழந்தையின் இதயத் துடிப்பையும் கருத்துடன் கவனித்துவர வேண்டும்.

இதிலும் குழந்தை மூச்சுவிடத் தவறினால் பிறகு குழந்தையைக் காப்பாற்றுவது கடினம். குழந்தையின் உள்ளுறுப்புகளில் கோளாறு ஏதாவது இருந்தாலும் குழந்தை மூச்சுவிடத் திணறும். இதைக் கவனித்து அதற்குத் தேவையான சிகிச்சையை உடனே செய்ய வேண்டும்.

குழந்தை குறைமாதப் பிரசவத்தினாலோ அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குழந்தைகள் பிறந்ததனாலோ மிகவும் சிறியதாக இருந்தால் குழந்தையை அடைகாப்பான் பெட்டியில் (Incubator) வைத்துக் காக்க வேண்டும்.

குழந்தைக்குப் பால் புகட்டும்போது மிகவும் சுத்தமான முறையில் கொடுக்கவேண்டும். மிகச் சிறிய குழந்தையாக இருந்தால் சொட்டுக் குழாய் மூலம் சொட்டுச் சொட்டாக இரண்டு மணிக்கு ஒருமுறை 10 மி. லி. முதல் 15 மி. லி. வரை கொடுக்கலாம். சர்க்கரை கலந்த நீரைக் கொடுக்கலாம்.

இந்தக் குழந்தைகளை உடனே குளிப்பாட்டுவது நல்லதன்று. சுத்தமான வெதுவெதுப்பான தண்ணீரால் துடைத்துவிட்டுச் சுத்தமான பருத்தித் துணியால் நன்கு மூடி வைக்க வேண்டும். சிறுநீர், மலம் வரும் வழிகள் நன்கு உள்ளனவா என்று பார்க்க வேண்டும்.

6 மணி நேரம் கழித்துத் தாய் ஆரோக்கியமாக நல்ல நிலையில் இருந்தால் குழந்தைக்குப் பால் கொடுக்கச் செய்யலாம்.

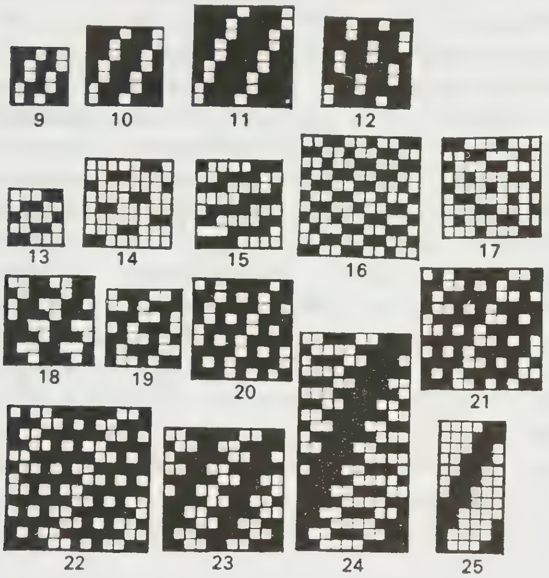
அதி ஆபத்துக்குரிய குழந்தைகளுக்கு எந்த நோயும் எளிதில் வரக்கூடும். எனவே சுற்றுப்புறத்தைச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளைச் (Antibiotics) சிரை வழிச் செலுத்த வேண்டும். குழந்தையின் உடல்நிலையைக் கவனித்துக் குளிப்பாட்ட வேண்டும். எண்ணெய், முட்டை தேய்த்துக் குளிப்பாட்டுவது நல்லதன்று. சோப்புப் போட்டுக் குளிக்க வைக்கலாம். குழந்தைக்குப் போதுமான உணவும், ஆரோக்கியமான சுற்றுப்புறமும் இன்றியமையாதவை. முலைப்பால் அருந்துவது குழந்தைக்கு நல்லது.

ஒரு மாதத்திற்குள் காசநோய்த் தடுப்பு ஊசியும், 3 மாதத்திலிருந்து மாதம் ஒருமுறை மூன்று தடை முத்தடுப்பு ஊசியும், இளம்பிள்ளைவாத நோய்த் தடுப்பு மருந்தும் போடவேண்டும்.

த. சி.

அதிஊடை சாய்வரித் துணி

தாவரப் பாவும் ஊடையும் அல்லது பருத்திப் பாவும் தாவர (Botany) ஊடையும் உடைய இயல்பு நெசவுத் துணி. ஒரு செ.மீ.-இல் *30* முதல் *36* ஊடை இழை



களும்,ஒரு செ.மீ.-இல் *26* பாவு இழைகளும் இருக்கும். இதில் *12* துகில் சீவிய (Combed) பருத்திப் பாவும், *15* துகில் தாவர ஊடையும் அமையும்.

அதி ஒலியியல்

ஒலி அலைகளால் ஏற்படும் விளைவு அவற்றின் அதிர்வு எண்ணிற்கேற்ப (Frequency) மாறுபடுகின்றது. அதிர்வு எண் *20*க்குக் குறைவாக உள்ள அலைகளைக் காதினால் கேட்டுணரமுடியாது. அதிர்வு எண் *20,000*க்கும் மேற்பட்ட அலைகள் கேளாஒலி (Ultra sonic) அலைகள். அதிர்வு எண் 10×10^6 ஹெர்ட்சாக இருந்தால் (10^9 Hz = Giga Hz) அலையின் வேகம், ஒலியின் வேகத்தை விட அதிசமாக இருக்கும். அதி ஒலி அலைகள்,

1) *1* கிகா ஹெர்ட்சுக்கும் அதிசமாக அலைவு எண் கொண்டவை.

2) இவற்றின் வேகம் ஒலியைவிடப் பலமடங்கு அதிகம்.

அதி ஒலி மிகுந்த வேகம் கொண்டுள்ளதால், இதன் இயக்க ஆற்றல் மிக அதிகம். இயக்க ஆற்றல் வெப்ப நிலைக்கு நேர்விகிதத்தில் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அதி ஒலிபரவும் பொழுது, சுற்றியுள்ள இடங்களில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். இதனால் வளிமப் பொருள் களில் மூலக்கூறுகள் அதிரும் (Vibrate). மூலக் கூறுகள் (Molecules) அணுக்களாகப் (Atom) பிரிக்கப்படும். பல மூலக்கூறுகள், அணுக்களாகப் பிரிந்து, வேறு மூலக்கூறு களாக மாறும். அதிக வெப்பநிலையால், வெப்பக் கதிர் வீச்சும் (Radiation) நடைபெறும்.

துத்தநாக சல்பைடு (ZnS), துத்தநாக ஆக்சைடு (ZnO), லிதியம் நயோபேட்டு ($LiNbO_3$) ஆகிய படிகங் களை ஆவியாக்கி மென் படிவுகளை (Thin films) உண் டாக்கினால், அத்தகைய மென் தாள்கள் அதிக அதிர்வு எண்ணுடன் அலைவுறும். எலக்ட்ரான் அலைவியி லிருந்து (Oscillator) அதிக அதிர்வு எண் கொண்ட மின் மண்டலத்தில் இப்படிவுகளை அலையச் செய்தால் இவை அதி ஒலி அலைகளை உண்டாக்கும். அதிர்வு எண், படிவுகளின் பருமனின் எதிர்விகிதத்தில் மாறும்.

$$n \propto \frac{1}{t}$$

n = அதிர்வெண் t = பருமன்

0.09 மி.மீ. பருமன் கொண்ட குவார்ட்சுப் படிகம் 30×10^6 ஹெர்ட்சு அலைவு எண் கொண்ட அலை களை உண்டாக்கும். படிகங்கள் துகள்களாக உடையக் கூடும். உயவு தடவிப்படிகங்களை உடையாமல் பாது காக்கவேண்டும்.

அதி ஒலியியலில் ஒலியின் வேகம். ஒலி பரவ ஊடகம் தேவை. வளிமப் பொருள்களின் வழியே செல்லும் பொழுது ஒலியின் வேகம், வளிம அழுத்தத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு (Square root) நேர் விகிதத்திலும், அடர்த் தியின் இருமடி மூலத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் அமைந்துள்ளது.

$$\text{வேகம்} = \sqrt{\frac{rp}{\rho}}$$

p ⟶ அழுத்தம்

ρ ⟶ அடர்த்தி

r ⟶ வளிமத்தின் பண்பு சார்ந்த நிலை எண்

வளிமப் பொருள்களில், ஒலியின் வேகத்தை ஆய்வு கள் மூலம் கணக்கிடலாம், அல்லது சமன்பாடுகளி லிருந்து கண்டுபிடிக்கலாம். திண்மப் பொருள்களிலும் நீர்மப் பொருள்களிலும் ஒலியின் வேகம்

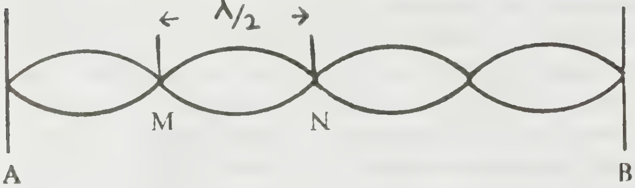
$$= \sqrt{\frac{E}{\rho}}.$$

E ⟶ மீள்நிலை நிலை எண் (Elastic constant)

ρ ⟶ அடர்த்தி

நீர்மங்களில், நீர்மத்தின் அமுங்கு நிலை (Compressi- bility) வேகத்தைக் கண்டு பிடிக்க உதவுகிறது.

பொதுவாக, எல்லா நிலைகளிலும் வேகத்தைக் கணக்கிட ''இன்டர்பெரா மீட்டர்'' (Interferometer) என்ற கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. A, B என்ற இருபுள்ளிகளுக்கிடையில், நிலையான ஒலி அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இவை நிற்கும் அலைகளைப் போல் (Standing waves) தோற்றமளிக்கும். அசையாத அடுத்த இரு புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள தொலைவு அலை நீளத்தில் பாதி. M,N என்ற புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள தொலைவு அலை நீளத்தில் பாதி $= \frac{1}{2}$. செலுத்தப்பட்ட ஒலியின் அலைவு எண் n ஆகக் கொள்வோம்.



படம் 1

வேகம் $= n\lambda$ = அலைவு எண் $\times 2 \times$ MN

திண்ம, நீர்ம, வளிமப் பொருள்களினுள் ஒலி அலைகளைச் செலுத்தி வேகத்தைக் கணக்கிடலாம்.

பொதுவாகக் காற்றில் 273°K வெப்ப நிலையில் ஒலி நொடிக்கு 331 மீட்டர் தொலைவு பயணம் செய்கிறது. நொடிக்குக் காற்றில் 273°K வெப்பநிலையில் 662 மீட்டர் தொலைவு பயணம் செய்யும் ஒரு பொருள், ஒலியைப் போல் இரண்டு மடங்கு வேகம் கொண்டுள்ளது. இதை மேக் 2(Mach II) என்று குறிப்பிடுகிறோம். 273°K வெப்பநிலையில் நொடிக்கு 993 மீட்டர் பயணம் செய்யும் பொருள் மேக் 3 எண்ணிக்கையைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு பொருளின் வேகத்தை, ஒலியின் வேகத்தின் மடங்காகக் குறிப்பிடும் எண், அதைக் கையாண்ட ஜெர்மனி நாட்டு அறிஞர் மேக் என்பவரது பெயரால் வழங்கப்படுகிறது. வானவூர்திகளின் வேகம் மேக் எண்ணிக்கையால் குறிப்பிடப் படுகின்றது.

அதி ஒலியியல். மேக் 5க்கும் அதிக வேகம் கொண்ட ஊர்திகள் அதி ஒலியியல் ஊர்திகளாகக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. அதி ஒலியியல் வேகத்திற்கு முடிவே இல்லை.

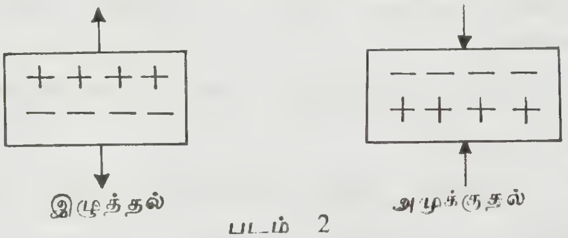
சப்சானிக் (Subsonic), டிரான்சானிக் (Transonic), சூப்பர்சானிக் (Supersonic) என்ற தொடர்கள் முறையே ஒலி வேகத்திற்குக் குறைவான வேகம், ஒலி வேகத்திற்குச் சமமான வேகம், ஒலி வேகத்தைவிட அதிகமான வேகம் ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றன.

$$\text{மேக் எண்} = \frac{\text{பறக்கும் வேகம்}}{\text{ஒலி அலைகள் வேகம்}}$$

மேக் எண் அதிகமாக, பறக்கும் பொருளைச் சுற்றிலும் பரவியுள்ள ஒலி அலை மண்டலத்தில் பல மாறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அதிர்ச்சி அலைகள் (Shock waves) தோன்றுகின்றன. இதனால் ஒரு நடுக்கம் உண்டாகின்றது. பறக்கும் பொருளின் உடல் நசுங்குகின்றது. நொடிக்கு 2000 மீட்டர் வரை பயணம் செய்யும் பொருள்கள் அதிஒலி நிலையை அடைகின்றன. அண்ட வெளியிலிருந்து காற்று மண்டலத்தை வந்தடையும் விண்கற்களும், அண்டவெளிக்குச் சென்று திரும்பிவரும் விண்வெளிக் கலங்களும், செயற்கைக் கோள்களும் அதி ஒலியியல் பகுதியைச் சார்கின்றன. இப்பொருள்களின் இயங்கும் ஆற்றல் (Kinetic energy) அவற்றின் உயரம் சார்ந்த ஆற்றலைவிட (Potential energy) அதிகம். இவை காற்றுமண்டலத்தை அடைந்தவுடன், தமது ஆற்றலின் பெரும் பகுதியைக் காற்று மண்டலத்திற்குக் கொடுக்கின்றன. இதனால், காற்று சூடாகி, விரிவடைவதால் அதிர்ச்சி அலைகள் (Shock waves) தோன்றுகின்றன. அதிர்ச்சி அலைகளில் ஏற்படும் வெப்பநிலை 2500°K ஆக உயரும்பொழுது, காற்றின் மூலக்கூறுகள் அணுக்களாகப் பிரிவடைகின்றன. இந்த வெப்பநிலை ஏற்படும் பொழுது மேக் எண் 7, மேக் எண் 12க்கு உயரும்பொழுது வளிமப் பொருளின் வெப்பநிலை 4000°K ஆக உயர்கின்றது. அணுக்களிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. காற்று மண்டலம் அயனி மண்டலமாக மாற்றம் பெறுகின்றது. பயணம் செய்யும் பொருளின் வெளிப்புறம் சூடு அடைகின்றது. சூடடைந்த பகுதியிலிருந்து வெப்பக்கதிர் இயக்கம் (Radiation) நடைபெறுகின்றது.

அதிஒலியியல் படிகங்கள்

சில வகைப் படிகங்களில் ஓர் அச்சுத்தளத்தினை அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால், அதன் வேறோர் அச்சுத் தளத்தில் மின் ஏற்றம் உண்டாகின்றது. இப்படிகங்களை நீட்சிப்படுத்தினாலும் மின் ஏற்றம் உண்டாகின்றது. ஆனால் மின் ஏற்றத்தின் குறி மாறுகின்றது. இந்த விளைவைப் பீசோ மின் விளைவு (Piezo electric effect) எனக் குறிப்பிடுவர். அழுத்தமும் இழுத்தலும் மின் ஏற்றமாக மாறுகின்றன. இதன் மறுதலை (Converse) விளைவு ஒலி அலைகளை உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு படிகத்தின் இரு இணை முகங்களுக்கிடையில் மாறுமின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தினால் படிகம் அலைவுறத் தொடங்குகின்றது. மின் ஆற்றலை, அலை ஆற்றலாக மாற்றுவதால் இப்படிகங்கள் ஆற்றல் மாற்றிகள் (Transducers) எனக் குறிப்பிடப்படும்.



படம் 2

எல்லாப் படிகங்களிலும் இப்பண்பு இராது. நடுச் சமச்சீர்மை கொண்ட (Centro symmetric) படிகங்கள் இம்முறையில் இயங்கா. நடுச்சமச்சீர்மை அற்ற (Non-centro symmetric) படிகங்கள் மட்டுமே பீசோ விளை

வைக் காட்டும். குவார்ட்சு, கால்சைட், டிரைகிளிசரின் சல்பேட், ஏடிபி (ADP), கேடிபி (KDP), டூர்மலைன் ஆகிய படிகங்கள் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. எத்துணை அளவிற்குப் படிகத்தைப் பருமன் குறைந்த தட்டுகளாகப் (Thin Plates) பிரித்தெடுக்க முடிகிறதோ அந்த அளவிற்கு அதிஒலியியல் கொண்ட அலைகளைப் பெறலாம். படிகம், காற்றிலுள்ள நீராவியை உட்கவராத படிகமாகவும் இருக்கவேண்டும். படிகம் தானாக எந்த அலை எண்ணில் அதிரும் என் பதைக் கணக்கிடமுடியும்.

$$n = \frac{1}{2t} \quad \frac{E}{\rho}$$

n — படிகத்தின் அலைவு எண்
t — படிகத்தின் பருமன்
E — மீள்நிலை நிலை எண்
ρ — படிகத்தின் அடர்த்தி

இந்தச் சமன்பாடு படிகத்தின் பருமன் குறைந்தும் அதிகரித்தும் வருமாறு அலையும் நிலையில் (Thickness mode) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நீர்மங்களில் அதி ஒலியியல் அலைகள். 1922 ஆம் ஆண்டு ப்ரிலியுன் (Brillouin) நீர்மங்களில் நிகழும் ஒரு வகை விளைவு குறித்து விளக்கினார். தனிநிற அலை நீளம் மட்டும் கொண்ட (Monochromatic) ஒலியைக் கேளாஒலி (Ultrasonic) பரவிக் கொண்டிருக்கும் ஒரு நீர்மத்தின்மீது விழ வைப்போம். சிதறிவரும் ஒலி θ என்ற பார்வைக்கோணத்தில் (Glancing angle) வெளி வருகின்றது.

$$\Lambda = 2 \lambda \sin \theta$$

Λ = ஒளி அலை நீளம் λ = ஒலி அலை நீளம்

θ = பார்வைக் கோணம்.

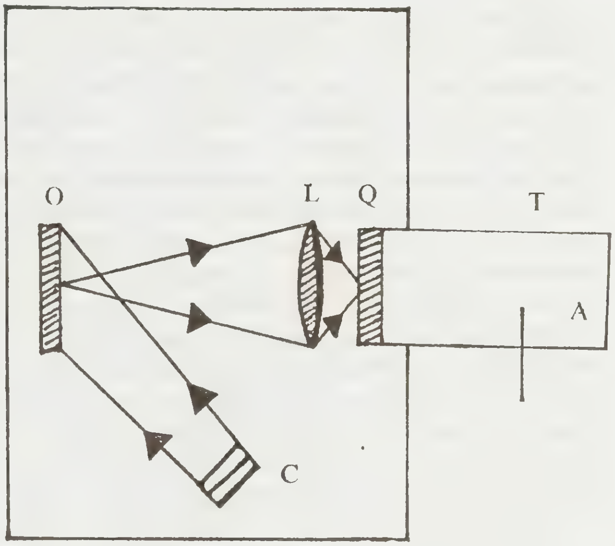
ஒளியின் துணை கொண்டு, ஒலி அலைகளின் நீளமான λ வையும், அவற்றின் அதிர்வு எண்ணையும் (= வேகம்/ அலை நீளம்) கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒளியின் அலைநீளம் எவ்வாறு மாறுபடுகின்றது என் பதை அறிந்து அதிலிருந்து அதி ஒலியின் வேகத்தை நீர்ம ஊடகங்களில் கணக்கிடலாம்.

திண் பொருள்களில் அதிஒலி அலைகள்: திண் பொருள் கள் படிகங்களால் ஆனவை படிகங்களின் கூடுகள் (Lattice) வெப்ப ஆற்றலால் அதிர்ந்து கொண்டிருக் கின்றன. இந்த அதிர்வின் அலைவு எண் 1000 மெகாஹெர்ட்ஸ் (1000 MHz). இதே அலைவு எண் கொண்ட அதி ஒலி திண்பொருள்களின் வழியே செல்லும்பொழுது படிகக் கூடுகளின் வெப்ப அலைச் சலும், அதி ஒலி அலைச்சலும் ஒன்றை ஒன்று எதிர் கொள்கின்றன. எனவே படிகங்களை மிகக் குறைந்த வெப்பநிலை கொண்ட தொட்டிகளில் அமுக்கி வைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

அதிக அதிர்வு எண்பெறப் படிகங்களின் பருமனைக் குறைக்க வேண்டியுள்ளது. பருமன் மிகவும் குறைந் தால் படிகங்கள் உடைந்து தூள்களாகி விடும். எனவே படிகத்தின் மேற்பகுதியில் மட்டும் பயணம் செய்யும் அலைகளைப் (Surface waves) பயன்படுத்தவேண்டி யுள்ளது.

ஒலி நுண்நோக்கி. காமா-கதிர்கள், X கதிர்கள் ஆகி யவை மின்காந்த அலைகள் (Electro magnetic waves). இவற்றைப் பயன்படுத்தும்பொழுது, இவை அணுக் களை அயனிகளாக மாற்றும். கதிர் இயக்கம் உடல் நலத்திற்குத் தீங்கிழைக்கின்றது. உடலில் பெரும்பாகம் நீர்மமாக இருப்பதால், மின்காந்த அலைகளால் பெரு மளவு ஊடுருவ முடிவதில்லை. ஆனால் நீர்மப் பொருள்களில், ஒரு புள்ளியில் உண்டாக்கப்பட்ட அழுத்தம் நீர்மம் முழுவதும் ஒரே சீராகப் பரவுகின்றது. இதனால் உடற்கூறுகளை ஆராய ஒலி அலைகள் மிகச் சிறந்தனவாகின்றன. பீசோ மின்சார விளைவால் (Piezo electric effect) நீர்ம அழுத்தங்களை மின்சார அதிர்வாக மாற்றிப் பொருள்களின் உருவங்களை (Image) உண்டாக்கலாம்.



படம் 3

0 என்ற பொருள் ஒரு தண்ணீர்த் தொட்டிக்குள் உள்ளது. C என்ற குவார்ட்சுப் படிகம் ஒலி அலை களைப் பொருள் மீது விழ வைக்கின்றது. பொருள் மீது ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒரு குவியாடி (Convex lens) Q என்ற படிகத்தின் மீது, அமுக்க மாறுபாடு களாக விழச் செய்கின்றது. பீசோ மின் விளை வாய் Q என்ற படிகம் மின் அதிர்வுகளை உண்டாக்கி, அதனை எதிர்மின்கதிர்க்குழாய் (Cathode ray tube)க்கு அனுப்புகின்றது. டி.வி. படங்களைப் போல் திரை யில், ஒளி நுண்ணோக்கி உண்டாக்கிய படங்களைக் காணலாம். ஏறத்தாழ 3000 மெகாஹெர்ட்சு அலைவு எண்ணில் மிகத் துல்லியமாகப் படங்களைப் பார்க்க முடியும்.

ஒலி நுண்நோக்கி மகப்பேற்றுத் துறையில் (Gynaecology) பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குழந்தை சரியான இடத்தில் அமைந்துள்ளதா, பிறக்கும் பொழுது அறுவை மருத்துவம் தேவைப்படுமா என்பதை முன் கூட்டியே அறிந்து கொள்ளலாம். புற்று நோய், பல் சிதைவு ஆகியவற்றை ஆராயவும் இந்நுண் நோக்கி பயன்படுகின்றது.

1000 மெஹெர்ட்சு (1000 MHz) அதிர்வு எண் கொண்ட ஒலி அலைகள் 10,000 மடங்கு உருப் பெருக்கம் (Magnification) கொடுக்கின்றன. உருவங்கள் கனபரிமாணம் (Three dimension) கொண்டிருக்கின்றன.

பெரோ மின்னியல் படிகங்கள் (FerroElectric Crystals) ஒலி நுண்ணோக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. பேரியம் டிடனேட் ($BaTiO_3$), லிதியம் நயோபேட் ($LiNbO_3$), லிதியம் சிர்கொனேட் (LiZ_rO_3) போன்ற ஏனைய படிகங்கள் சிறு ஆற்றல் மாறுபாட்டையும் மின் அதிர்வுகளாக மாற்றி, உருவங்களை உண்டாக்குகின்றன.

மின்காந்த அலைகளால் உண்டாக்கப்பட்ட பின் விளைவுகள் அதிகம். X கதிர்கள் உடலில் பெருமளவு செலுத்தப்பட்டால் இரத்தத்தின் நீர்ம நிலை பாதிக்கப் படுகிறது. பல இரத்த அணுக்கள் அழிக்கப்படு கின்றன. இரத்தச்சோகையும், புற்றுநோயும் தோன்ற அவை காரணமாகின்றன. பெண்கள் மின்காந்த அலைகளால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றனர். தான் கருவுற்றிருப்பதை அறியாமல் ஒரு பெண் X கதிர் மருத்துவ ஆய்வுக்குட்பட்டால், உட்கரு X கதிரின் அழுத்தத்தால் தாக்கப்படுகின்றது. பல்லின் வேர் குறித்து X கதிர் பயன்படுத்தப்பட்டால், முகத்திலுள்ள வேறு உறுப்புகளும் கதிர் இயக்க அழுத்தத்தால் தாக்கமுறுகின்றன. அதிக ஆற்றல் கொண்ட, காமா - கதிர்கள் எலும்பைத் தூளாக உடைந்து படச் செய்கின்றன. எலும்பின் மீது பூசப்பட்டுள்ள ஒரு நீர்மப் பொருள் ஆவியாகி எலும்பின் உடையும் தன்மை (Brittleness) மிகுகின்றது.

ஒலி அலைகளுக்கு மின்காந்தத் தன்மையே இல்லை. இவை அழுத்த மாறுபாடே ஆகும் என்பதால் பின் விளைவு ஏதும் இல்லை.

உடல் உறுப்புகளைக் காணல்

அதி ஒலியியல் அலைகள் கொண்டு, உடலின் உள் உறுப்புகளைப் படமாகக் காட்டலாம். கண்ணின் வெளிப் புறத்திலும் உட்பகுதியிலும் நீர்மங்கள் உள்ளன. இவ்வலைகள் நீர்ம அழுத்தத்தை மாற்றி, உருவங்களை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வலைகளைப் பயன்படுத்த மயக்க பருந்தையோ (Chloroform), உணர்வற்ற நிலையை உண்டுபண்ண வேறு மருந்துகளையோ பயன்படுத்த வேண்டியதில்லை. அசையும் உறுப்புகளை அசைவு நிலையிலேயே காணமுடியும். இதயம், உதரவிதானம் (Diaphragm) ஆகியவற்றின் அசைவைக் காணலாம். அயனிகளை உண்டாக்கும் மின்காந்த அலைகள் இல்லாமையால், இம்முறை முற்றிலும் கேடில்லாதது. இதயச் சுவர்கள் இறுகிவிட்டனவா என்பதையும், இதய வால்வுகள் செயல்படு கின்றனவா என்பதையும் அறியலாம்.

நீர்மங்களின் பாகுத்தன்மையைக் காணல். பாகுத்தன்மை (Viscosity) நீர்மங்களின் பண்புகளில் சிறப்பான தொன்று. அதிகப்பாகுத்தன்மை கொண்ட நீர்மங்கள் பொருள்களிடையே உராய்வைக் குறைக்கப் பயன்படு கின்றன. விளக்கெண்ணெய், தேன், உயவு நெய், சாயக் கலவை, கோந்து ஆகியவை அதிக பாகுத் தன்மை கொண்டவை. பெட்ரோல், பன்னீர், சிலவகை மணநீர் ஆகியவை எளிதில் பரவுகின்றன. அதி ஒலியியல் அலைகளை நீர்மத்தினுள் செலுத்தினால் குறைந்த பாகுத்தன்மை கொண்ட நீர்மங்கள் அவற்றைத் தடுத்து நிறுத்தாமல் முன்னேறவிடுகின்றன. பாகுத்தன்மை அதிகமாக இருந்தால் அவை முன்னேறாமல் தடைப்படுகின்றன.

திண்ம, நீர்மப்பொருள்களின் வெப்பக்கடத்தலைக் காணல்

சமைக்கும் கருவிகளில் (Cookers) அடிப்பக்கம் வெப்பத்தைக் கடத்தவேண்டும். கைப்பிடிகள் வெப்பம் கடத்தாப் பொருள்களாக இருக்க வேண்டும். ஒரு பொருளின் வெப்பக் கடத்தலை அதி ஒலி அலைகள் கொண்டு அறியலாம். படிகச் சட்டம் அதி ஒலிக்கேற்ப அசைவதால், கடத்தும் பொருள்களில் அதிஒலி எளிதில் பயணம் செய்யும். கடத்தாப் பொருள்களில் அதிஒலி எளிதில் பரவமுடியாது.

வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் பொருள்கள் வெப்ப அதிர்ச்சியால் உடையாதவை. வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தாப் பொருள்கள் அதிக வெப்ப நிலையிலும் அதிகக் குளிர்ச்சியிலும் உடைந்துவிடும். ராக்கெட்டின் (Rocket) நுனிப் பகுதிக்கு வெப்ப அதிர்ச்சியால் உடையாப் பொருள்கள் தேவை.

வெப்ப வாட்டலை அறிதல். உலோகப் பகுதிகளை வடிக்கும்பொழுது (Casting) நீர்மநிலை உலோகங்களுக்குள் பலவகை வளிமப்பொருள்கள் நுழைகின்றன. நீர்ம உலோகம் ஒரே சீராகக் குளிர்ச்சி அடையாவிட்டால் ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒவ்வொரு உறுதித்தன்மை கொண்டிருக்கும். உலோகப் பகுதியைத் திருத்தி அமைக்க, அவை சூடாக்கப்பட்டுத் தண்ணீரிலோ எண்ணெயிலோ குளிர்விக்கப்படுகின்றன. வெப்ப வாட்டலுக்கு (Heat Treatment) அதிஒலி அலைகளைப் பயன்படுத்தலாம். உலோகப் பகுதி அதிக அலைவு எண்ணில் அதிர்வுறும் பொழுது, உள்தங்கியுள்ள வளிமப் பொருள்கள் வெளியேறும். உலோகப் பகுதியின் புறப் பரப்பு சூடாக்கப்பட்டு உறுதித் தன்மை ஒரே சீராக அமையும்.

வானவூர்தி மாதிரிகளை ஆராய்தல். வானவூர்தி மாதிரிகளை மரத்திலோ அன்றி உலோகத்தகடுகளிலே அமைத்து அவற்றைக் காற்றுக் குழாய்களில் (Wind Tunnels) பறக்கவிடுவர். இக்காற்றுக் குழாய்களில் அதி ஒலி அலைகளைச் செலுத்தினால், வானவூர்தியை எவ்வாறு அதிர்ச்சி அலைகள் தாக்குகின்றன என்பதையும், ஊர்தியின் இறகின் வடிவிற்கேற்ப எவ்வாறு பறக்கும் தன்மை மாறுபடுகின்றது என்பதையும் நிழற் படம் பிடித்து ஆராயலாம். குழாயில் உள்ள காற்று சுழற் காற்றாக (Eddy) ஒரு குறிபிட்ட அலை எண்ணில் மாறுகின்றது. சுழற்காற்று வானவூர்தி பறக்க அதிகத் தடையை உண்டாக்குகின்றது. விமானக் கட்டுப்பாட்டுப் பணி தொடங்குவதற்கு முன், இறகு, காற்றாடிகள் ஆகியவற்றின் செயல்களைப் பரிசோதனைகளால் அறியலாம். பங்களூர் ஹிந்துஸ்தான் ஏரோநாட்டிக்ஸ் நிறுவனத்தில் (HAL) இத்தகைய ஆய்வுகள் நடத்தப்படுகின்றன.

எசு. இல.

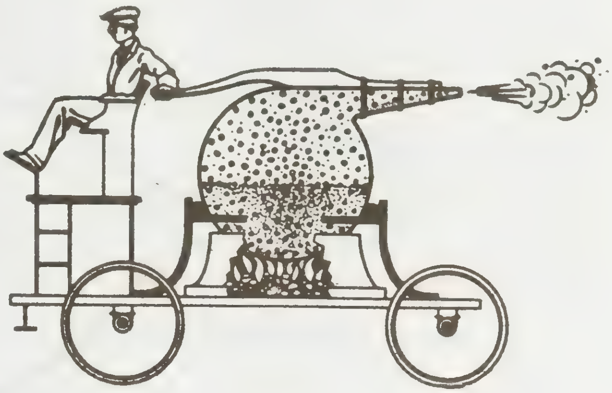
நூலோதி

1. *Encyclopaedia Dictionary of Physics*-Vol. 3, Pergamon press-1961.

2. **Barbikov,** *Ultrasonics and its Applications'* Consultant Bureau-1960.

அதிஒலி வேகப் பறத்தலின் வரலாறு

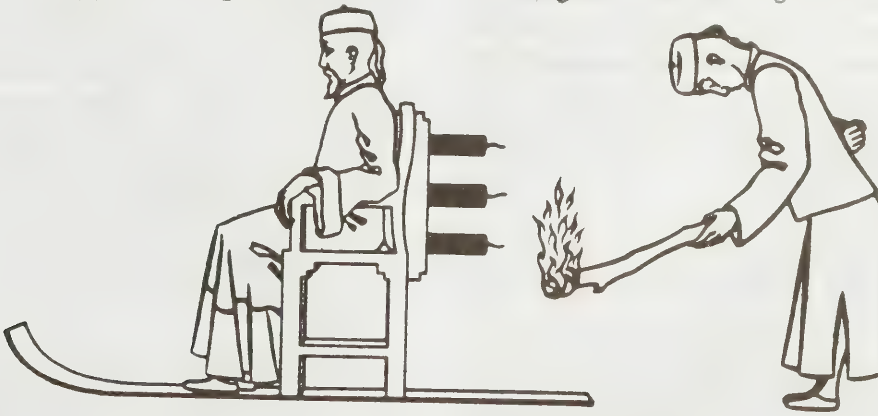
காற்றில் ஒலி பரவும் வேகத்தைவிடப் பலமடங்கு வேகம் உடைய வான்ஊர்தி பறப்பு (ஒன்றாம் படத்தில் உள்ள ஏவூர்தி - Rocket), முதன் முதலில் 1200ஆம் ஆண்டு சீனர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதில் பயணம் செய்பவர் நல்ல வசதியாக அமர்ந்து கொள்வார். அவர்களுடைய பணியாளர்கள் நாற்காலியின் பின்னால் உள்ள வெடிகுண்டை வெடிக்கச் செய்வார்கள். வெடி வெடித்ததால் உண்டாகும் ஆற்றலால் நாற்காலி உந்தப்பட்டு முன்னால் செல்கின்றது. இந்தத் திட்டம் தோல்வி அடைந்தாலும் ஏவூர்தி கண்டுபிடிப்பில் முதல் இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. இன்று நாம் ஏவூர்தியில் மணிக்கு 23,000 கி.மீ. வேகத்தில் கூடப் பறக்கின்றோம்.



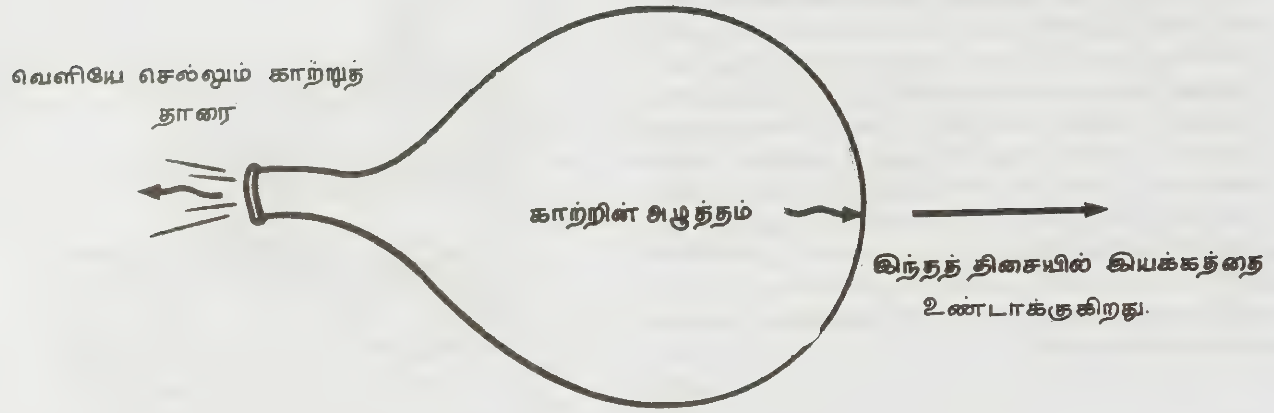
படம் 2. எதிர்வினை வகை ஏவூர்தி

*1600*ஆம் ஆண்டு ஓர் ஆங்கிலேய இளைஞர் பொருள்களை இயக்கும் ஆற்றலைப் பற்றி ஆராயத் தொடங்கினார். அவர் அறிவியல் முறைப்படி கருத்துக்களை வார்த்தைகளால் வடித்தார். ஏவூர்தி எவ்வாறு பறக்கின்றது என்பதைப் பற்றியும், விமானம் எவ்வாறு திரும்புகின்றது என்பதைப் பற்றியும் அவர் எழுதினார். 1687ஆம் ஆண்டு ஐசக் நியூட்டன் என்ற அறிவியலாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இயங்கு பொருள்களின் மூன்று விதிகள் ஏவூர்தி பற்றி மேலும் சிந்திக்க வைத்தன. ஐசக் நியூட்டனின் மூன்றாவது விதிப்படி ''ஒவ்வொரு வினைக்கும் ஒரு சமமான எதிர்வினை இருக்கும்''. இதன் அடிப்படையில் மேலே படம் 2 இல் உள்ள ஏவூர்தி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஒரு கொதிகலத்தில் நீர் அதிக அளவு கொதிக்க வைக்கப்படுகின்றது. நீர் கொதிப்பதனால் உண்டாகும் நீராவி சிறிய துளை மூலம் வெளியே அனுப்பப்படுகின்றது. நீராவி வெளியே அழுத்தத்துடன் செல்கின்றது. நீராவி எவ்வளவு வேகத்துடன் செல்கின்றதோ அதே வேகத்துடன் வாகனம் முன்னே செல்கின்றது. இவ்



படம் 1. *சீனர்கள் கண்டுபிடித்த ஏவூர்தி*



படம் 3. ஏவூர்தி இயங்கும் தத்துவம்

வாறு பல உருவ அமைப்பைப் பெற்ற பின் ஏவூர்தி முன்னேற்றம் அடைந்தது. இரண்டாம் உலகப்போரில் விமானம் அதிக முன்னேற்றம் அடையத் தொடங்கியது. அப்போதுதான் மிகவேகமாகப் பறக்கும் வான் ஊர்திகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

படம்-3, ஏவூர்தி எவ்வாறு இயங்குகின்றது என்பதைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. ஒரு புகைக்கூடு அல்லது காற்றுக் கூட்டை (Balloon) எடுத்துக் கொள்வோம். அதில் காற்றை அடைத்தபின் அதன் துளை வாயிலை நூலால் கட்டிவிட்டால் அந்தக் கூடு அதே இடத்தில் இருக்கின்றது. ஆனால் அவ்வாறு கட்டாமல், காற்றுத் துளைவாயிலைக் கையால் உயரப் பிடித் துக் கொண்டு, திடீர் என்று கையை விட்டுவிட்டால் காற்றுக் கூடு அறையின் ஒரு பக்கத்தில்இருந்து மற்றொரு பக்கத்திற்குச்சீறிச் செல்கின்றது. இது எப்படி ஏற்படுகின்றது? அடைபட்ட காற்று சிறிய துளை மூலமாக வேகமாகப் பின்பக்கம் செல்கின்றது. அவ்வாறு செல்லும்போது காற்றின் அழுத்தம் அம்பிட்டுக் காட்டியது போல் செயல்படுகின்றது. ஆதலால் காற்றுக் கூடு முன்னே செல்கின்றது. இவ்வாறு தான் இன்றைய ஏவூர்தி (ராக்கெட்) செயல் படுகின்றது.

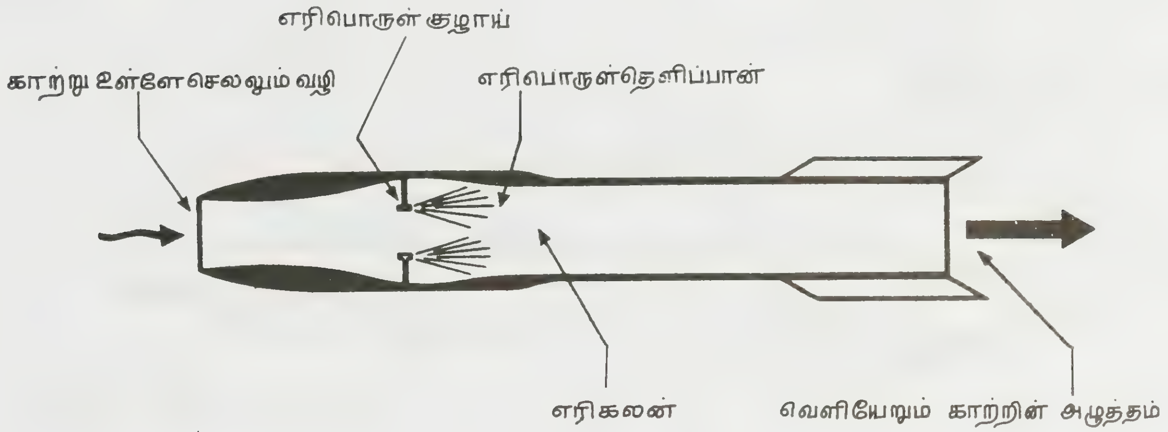
ஏவூர்திகளின் வேகத்தை ஒலியின் வேகத்தோடு கணக்கிடுவார்கள். கடல்மட்டத்தில் ஒலி மணிக்கு 1200 கி.மீ. வேகத்தில்தான் செல்கின்றது. இந்த வேக வித்தியாசத்திற்குக் காரணம் உயர மாறுதல் அன்று. இதற்குக் காரணம் வெப்பத்தினால் உண்டாகும் மாறுதல்களே ஆகும். மேலே செல்லச்செல்லக் குளிர் அதிகமாகும். குளிர் அதிகம் ஆக ஆக ஒலியின் வேகம் குறையும். 16,000 மீ. உயரத்திற்கு மேல் குளிர் ஒரே சீராக அமையும்.

இந்த வேக வேறுபாட்டால் மேக் (Mach) என்ற அறிவியலாரின் பெயரால் ஒலியின் வேகத்தைக் குறிப்பிடுவார்கள். ஒலி ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் குறிப்பிட்ட தட்பவெப்ப நிலையில் மணிக்கு எவ்வளவு தொலைவு செல்கின்றதோ, அதை ஒரு மேக் என்று எடுத்துக் கொள்வார்கள். மேக் எண்ணைக் கீழ்வரும் கணக்கீடு மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

$$\text{மேக் எண்} = \frac{\text{காற்றின் வேகம்}}{\text{ஒலியின் வேகம்}}$$

வான் ஊர்திகளின் வேகம் மேக் எண்ணால் குறிக்கப்படுகின்றது. வான் ஊர்தியின் வேகம் மேக் எண் ஒன்றுக்கும் குறைவாக இருந்தால் அதைக் குறை ஒலி வேகப் பறப்பு என்றும், மேக் எண் ஒன்றிற்குச் சமமாக இருந்தால் அதை ஒலிவேகப் பறப்பு என்றும், மேக் எண் ஒன்றிற்கு மேலும், 5-க்குக் குறைவாகவும் இருந்தால் அதை மிகை ஒலிபறப்பு என்றும் சொல்வார்கள். வான் ஊர்தியின் வேகம் மேக் எண் 5-க்கு மேல் இருந்தால் அதை அதிஒலி வேகப் பறப்பு என்று குறிப்பிடுவார்கள். இப்போது எல்லா விமானங்களின் வேகங்களும் மேக் எண்ணில் தான் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அதைக் காட்டும் கருவிக்கு ''மேக் அளவி'' என்று பெயர்.

அதிஒலி வேகப் பறப்பில் செல்லக்கூடிய விமானங்கள் நான்கு வகை ஆகும். இவற்றில் முதல் வகை மோது தாரை (Ram jet) விமானம் ஆகும். இரண்டவது வகை துடிப்புத்தாரை (pulse jet) விமானம் ஆகும். மூன்



படம் 4. மோதுதாரை விமானம்

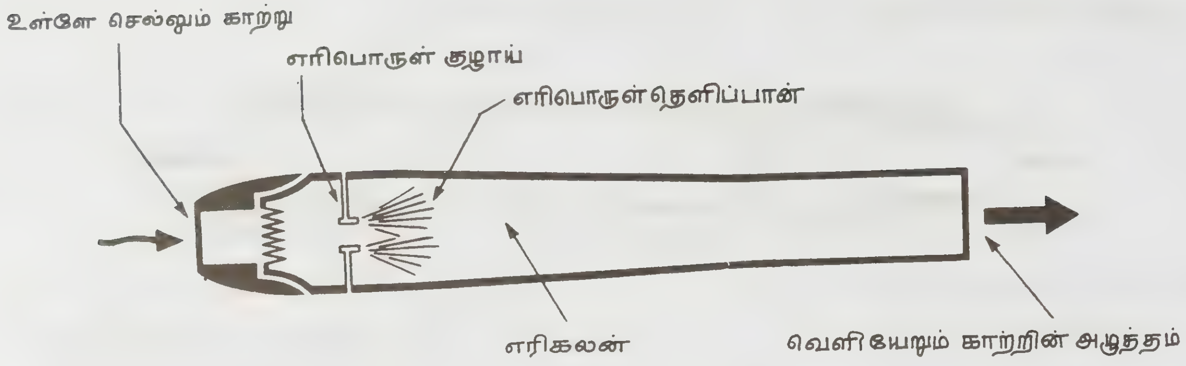
றாவது வகை சுழல்தாரை (Turbojet) விமானம் ஆகும். நான்காவது வகை ஏவூர்தி ஆகும். ஒவ்வொன்றும் எவ்வாறு செயல்படுகின்றது என்பதைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

மோதுதாரை விமானம். அதிஒலிவேகப் பறப்பிகளிலேயே மிகவும் சிறியது மோதுதாரை விமானம் ஆகும். இதை ''எரியும் அடுப்புக் குழாய்'' என்றும் குறிப்பிடுவார்கள். உண்மையில் இது வானத்தில் பறக்கும்போது பார்த்தால் அவ்வாறு தான் தோற்றம் அளிக்கும். இதனுடைய வேகம் மணிக்கு 1500 மைல் ஆகும். இது பறந்து செல்லும்போது அதன் வால் பக்கத்தில் நெருப்புச் சுடர் வெளியே நன்றாகத் தெரியும்.

மேலே படம் 4 இல் உள்ள படம் மோதுதாரை எவ்வாறு பறக்கின்றது என்பதைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. இந்த எந்திரத்தில் முக்கியமாக இயங்கும் பொருள்கள் அல்லது பகுதிகள் கிடையா. இது ஒரு எளிய குழாய் வடிவ அமைப்பைக் கொண்டது. இந்தக் குழாய் முன் பக்கமும் பின் பக்கமும் திறந்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். குழாயின் நடுவில், எரிபொருள் எரிக்க எரிகலன் மட்டும் இருக்கும். இந்த எந்திரம் இயங்கும் போது காற்று முன்பக்கமாக அழுத்தப்பட்டுச் செலுத்தப்படுகின்றது. நடுவில் எரிபொருள், தெளிப்பான்கள் மூலமாகத் தெளிக்கப்பட்டுக் காற்றும் எரிபொருளும் ஒன்றாகக் கலக்கப்படுகின்றன. நன்றாகக் கலந்த பின்பு தகுந்த பற்றவைத்தல் மூலமாக எரிபொருள் கலவை பற்ற வைக்கப்படுகின்றது (Ignited). இதனால் தாரை விமானம் உந்தப்படுவதற்கான ஆற்றல் கிடைக்கின்றது. ஆற்றல் கிடைத்ததும், உயர் அழுத்தத்துடன் அது வெளியே செல்லத் தொடங்குகின்றது. அப்போது தாரை விமானம் முன்னோக்கி அதிக வேகத்துடன் செல்லத் தொடங்குகின்றது. ஆனால் இந்தத் தாரை விமானம் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் மட்டும் செல்ல உதவுகின்றது. 1945ஆம் ஆண்டுதான் முதன் முதலில் மோதுதாரை விமானம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதனுடைய சில பாகங்கள் முன்னேற்றம் அடைந்த பிறகு, அதன் வேகம் மிகவும் கூடியுள்ளது. இருந்தாலும் அதன் உருவ அமைப்பில் இன்னும் அதிக மாறுதல்கள் இல்லை. அவை இன்னும் ''பறக்கும் அடுப்புக் குழாய்''களாகவே இருக்கின்றன.

ஆனால் இந்த வான் ஊர்தியில் ஒரு முக்கியமான குறைபாடு உள்ளது. இதை நாம் நின்ற இடத்தில் இருந்து புறப்பட வைக்க முடியாது. இந்த எந்திரத்தின் செயல்திறன், தாரைக்குள் ஊடுருவிச் செல்லும் காற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்து இருக்கும். இந்தக் காற்றின் வேகம், தாரையை நாம் வேகமாகத் தள்ளுவதால் கிடைக்கின்றது. இந்தக் காற்றின் வேகத்தினால் ஏற்படும் காற்று அழுத்தம் மோது காற்று அழுத்தம் என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த அழுத்தம் தாரை விமானம் புறப்படுவதற்குக் கட்டாயமாகத் தேவைப்படுகின்றது. ஆதலால் தாரை விமானம் மற்ற விமானங்களின் துணை கொண்டு ஆகாயத்தில் செலுத்தப்படுகின்றது. விமானத்தில் எவ்வளவு வேகமாக காற்று உள்ளே செல்கின்றதோ, அந்த வேகத்தில் தாரை முன்னே செல்கின்றது. காற்று உள்ளே வேகமாகச் செல்லச்செல்லத் தாரையின் வேகம் அதிகமாகின்றது.

மோதுதாரை விமானத்துக்குக் கூரிய மூக்குப் பகுதி தேவைப்படுகின்றது. கூரிய பகுதி இருந்தால்தான் அது காற்றைக் கிழித்துக்கொண்டு முன்னேசெல்ல உதவியாக இருக்கும். முன்பக்கப் பரப்பு அதிகமானால், அது ஒரு வேகத் தடையாக இருக்கும்.



படம் 5. துடிப்புத் தாரை விமானம்

துடிப்புத்தாரை விமானம்

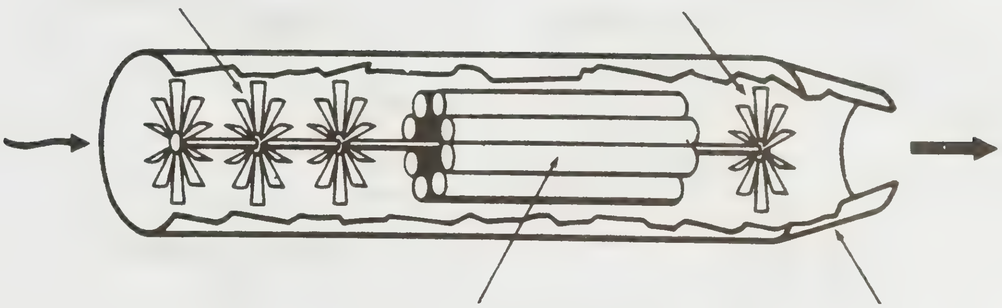
மோதுதாரை விமானத்தைப்போல இந்தத் துடிப்புத் தாரை விமானமும் ஒரு சிறிய வான் ஊர்தியாகும். இது வேலை செய்யும் திறன் சிறிது மாறுபட்டுள்ளது. இதனுடைய புகை ஓசை இல்லாமல் வெளியேறு கின்றது.

இது உருவ அமைப்பிலும், செயல்படுவதிலும் மோது தாரை விமானத்தைப் போன்று உள்ளது. இதன் முன் பக்க அமைப்பில் ஒரு வழி அடைப்பிதழ் (Valve) மட்டும் கூடுதலாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இது உள் நோக்கி மட்டும் திறக்கும் தன்மை உடையது. இந்த ஒருவழிப் பாதை மடிப்புக் கதவிற்குப் பின்னால் எரி பொருள் காற்றுடன் கலக்கப்பட்டு எரிபொருள் எரிக்கப் படுகின்றது. எரிவதனால் உண்டாகும் காற்று பின் பக்கமாக வேகமாகத் தள்ளப்படுகின்றது. காற்று வேக மாகத் தள்ளப்படுவதனால் தாரை விமானம் முன் னோக்கி உந்தப்படுகின்றது. இந்த ஒரு வழிப் பாதை யினால் விமானத்தின் ஓசை மிகவும் குறைக்கப்படு கின்றது. மோதுதாரை விமானத்தைப் போன்று துடிப்புத் தாரை விமானத்தின் வேகம், காற்றின் அழுத்த ஆற்றல், காற்றின் வேகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமைந்துள்ளது.

சுழல் தாரை விமானம்

மோதுதாரை, துடிப்புத்தாரை போன்றவற்றைப் போல் அல்லாமல் சுழல்தாரை விமானத்தைத் தரையில் இருந்து புறப்பட வைக்கலாம். அதிவேகத் தள்ளுதல் இதற்குத் தேவையில்லை. சில வேலை செய்யும் பகுதி களை மோதுதாரை விமானத்தோடு இணைத்தால் நாம் சுழல்தாரை விமானம் தயாரித்துக் கொள்ளலாம். இணைக்கப்படும் முக்கியமான பகுதிகளில் ஒன்று ''காற்று அமுக்கி'' (Air Compressor) ஆகும். இந்தக் காற்று அமுக்கியானது அதிகமான காற்றை எந்திரத் துக்குள் இழுக்கின்றது. இழுத்த காற்றை எரியும் கல சத்திற்குள் அதிக ஆற்றலுடன் தள்ளுகின்றது. அங்கு அது எரிபொருள்களுடன் நன்றாகக் கலந்து எரிக்க உதவு கின்றது. ஆதலால் காற்று விரிவடைந்து வெப்பக் காற்று வால்பக்கமாக அதிக அழுத்தத்துடன் தள்ளப் படுகின்றது. காற்று வெளியே செல்லும் வழியில் சுழல் பொறி (Turbine) என்ற சக்கரத்தின் கைகளில் அழுத் தத்துடன் மோதுகின்றது. ஆதலால் சுழல்பொறிச் சக் கரம் வேகமாகச் சுழல ஆரம்பிக்கின்றது. சுழல்பொறிச் சக்கரத்தின் அச்சும், காற்று அமுக்கியின் அச்சும், ஒரே அச்சாக அமையும். ஆதலால் சுழல்பொறிச் சக்கரம் சுழல ஆரம்பிக்கும்போது, காற்று அமுக்கியின் அச்சும் சுழல ஆரம்பிக்கும். சுழல்பொறி வேகமாக வேலை செய்யும்போது காற்று அமுக்கியும் வேகமாக வேலை செய்யும். ஆதலால் அதிகக் காற்று உள்ளே இழுக்கப் படுகின்றது. இவ்வாறு முழுச்சுழற்சியும் (Cycle) வேலை தொடர்கின்றது.

சுழல் பொறியின் வேலை காற்று அமுக்கியை இயங்க வைப்பது மட்டும்தான். இரண்டு வகையான காற்று அமுக்கிகள் பயன்படுகின்றன. ஒன்று அச்சு ஓட்டக் காற்று அமுக்கியாகவும், மற்றொன்று சுழற்சி ஓட்டக் காற்று அமுக்கியாகவும் செயல்படுகின்றன. அச்சு ஓட்டக் காற்று அழுத்தத்தில் காற்று நேராக இழுக்கப் பட்டு, நேராக எரிகலத்திற்குச் சென்றுவிடுகின்றது. ஆதலால் எத்தவித ஆற்றல் இழப்பும் இல்லாமல் செயல் படுகின்றது. சுழற்சி ஓட்டக் காற்று அழுத்தத்தில்



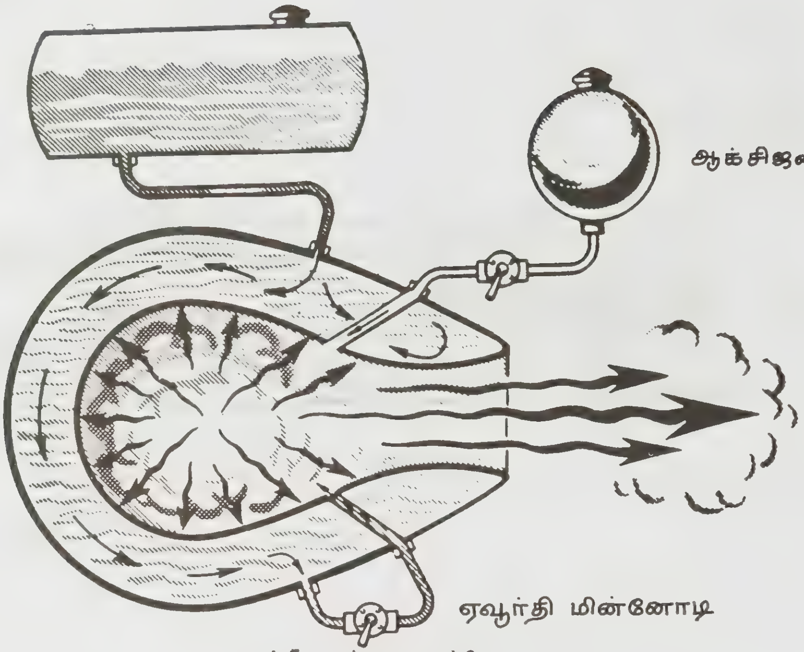
படம் 6. சுழல் தாரை விமானம்

காற்றின் திசை பல படிவத்தில் மாறுபடுகின்றது. கடைசியில் அதன் அழுத்தம் வெகுவாகக் குறைக்கப்படுகின்றது. காற்று எரிகலத்திற்குச் சென்று எரிபொருள்களுடன் எரிந்து பின்பு, ஆற்றல் கிடைக்கப் பெற்று, சுழல்தாரை விமானத்தை முன்னோக்கித் தள்ளுகின்றது.

ஏவூர்தி: ஏவூர்தி மற்ற தாரை எந்திரங்களைப் போல் இருந்தாலும், இதில் சில மாறுதல்கள் இருக்கின்றன. தற்கால ஏவூர்தி (படம் 7) ஒரு தன் கட்டுப்பாட்டு எந்திரம் ஆகும். ஏவூர்தி, எந்திரக் கலத்தில் அதற்குத் தேவையான ஆக்சிஜனைத் தான் எடுத்துச் செல்கின்றது. இதற்குத் தேவையான ஆக்சிஜனை திண்ம உருவத்திலோ, நீர்ம திண்ம உருவத்திலோ சேமித்து வைத்துக் கொள்கின்றது. ஆதலால் இதற்கு வெளியில் இருந்து காற்றை இழுக்க வேண்டிய தேவை இல்லை. இதில் இருந்து ஏவூர்தி புவியைச் சுற்றி மட்டும் வேலை செய்யாமல் புவியை விட்டு வெளிப்புறத்திலும் செயல்படவல்லது. மற்ற தாரை விமானங்கள் புவியில் மட்டும் செயல்படவல்லவை. ஏவூர்தி போர்க்காலத்தில் குண்டுகளை வீச மட்டும் பயன்படுத்தப்பட்டது. இப்போது அவை மனிதர்களை மற்ற கோள்களுக்கு எடுத்துச் செல்லவும் பயன்படுகின்றன. ஏவூர்தி எரிவதற்குத் தேவையான எரிபொருள், ஆக்சிஜன் முதலியவற்றைத் தன்னுடன் எடுத்துச் செல்கின்றது. ஆக்சிஜன் நேரடியாகவே எரிகலத்திற்குள் செலுத்தப்படுகின்றது. எரிபொருள் நேரடியாகச் செலுத்தப் படாமல் ஏவூர்தியின் முன்பக்கமாக அனுப்பப்படுகின்றது. அவ்வாறு செலுத்தப்படுவதால் முன்பக்கம் குளிர்ச்சி அடைகின்றது. நன்கு தூய்மை செய்யப்பட்ட பெட்ரோல் (Petrol) அல்லது எரிசாராயம் பொதுவாக ஏவூர்தியின் எரிபொருளாக அமையும். எரிபொருள், எரிகலத்தில் எரிக்கப்படும் போது காற்று அதிக ஆற்றலுடன் விரிவடைகின்றது. விரிவடையும் காற்று முன்னால் செல்ல முடியாது. அது பின்பக்கத்தில் உள்ள துளை மூலமாக அழுத்தத்துடன் வெளியே செல்லுகின்றது. அவ்வாறு செல்லும் போது, ஏவூர்தி முழுவேகத்துடன் முன்னே செல்கின்றது.

போர்க் காலத்தில் பலவகையான ஏவூர்திகள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டன. "காற்றில் இருந்து காற்றிற்குப்" பறக்கும் ஏவூர்தி முதல் வகையாகும். இவை விமானத்தில் இருந்து கொண்டு எதிரி விமானத்தை வீழ்த்தப் பயன்படுகின்றது. இரண்டாவது வகை ஏவூர்தி தரையில் இருந்து காற்றிற்கு அனுப்பப்படும். இது தரையில் இருந்து கொண்டு வானத்தில் செல்லும் எதிரிவிமானத்தை வீழ்த்தப் பயன்படுகிறது. மூன்றாம் வகை ஏவூர்தி "காற்றில் இருந்து தரைக்குச்" செலுத்தப்படும். இது வானில் பறந்து கொண்டு தரையில் உள்ள பொருள்களை அல்லது இடங்களைக் குறி வைக்கப் பயன்படுகின்றது. கடைசியாகத் "தரையில் இருந்து தரைக்கு" செலுத்தப்படும் ஏவூர்தி வகைகளாகும். இவை தரையில் இருந்து கொண்டு எதிரியின் போர்க்களத்தைக் குறிவைக்கப் பயன்படுகின்றன.

முதன் முதலில் ஏவூர்தி போர் செய்வதற்கு மட்டும் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஆனால் இப்போது ஏவூர்தி இராணுவத்திற்கு ஒரு வெற்றிகரமான ஆயுதமாகக் கருதப்படவில்லை. இந்த எந்திரம் நம்பமுடியாத வேகத்தில் செல்லக்கூடியது. தற்காலத்தில் பிற கோள்களுக்குச் செல்லப் பயன்படுகின்றது. பல அடுக்கு ஏவூர்திகள் தற்சமயம் சிறப்பாகப் பயன்படுகின்றன. முதல் அடுக்கு எரிந்து முடிந்ததும் கீழே விழுந்து விடு



படம் 7. தற்கால ஏவூர்தி

கின்றது. பின் இரண்டாவது, மூன்றாவது அடுக்குக ளுடன் முன்னே செல்கின்றது. பின் இரண்டாவது அடுக்கும் எரிந்து முடிந்தவுடன் கீழே விழுந்து விடு கின்றது. பின் மூன்றாம் அடுக்கு மட்டும் முன்னே செல்கின்றது.

விமானத்தில் பறக்கும் விமானிக்கு நல்ல உடல் நலமும், எளிதாகக் கருவிகளை அடையாளம் கண்டு கொள்ளும் திறமையும், மனிதனின் தனித்தன்மையும், திறமையும் வேண்டும் என்பது நாம் அனைவரும் நன்கு அறிந்ததே. விண்கலங்களின் வேகம் அதிகரிக்க அதி கரிக்கக் கருவிகளின் தேவையும் அதிகரித்துள்ளது. அவற் றில் பல தாமாக இயங்கி, மனிதனின் கவனத்தையும் திருப்பவல்லன. இக்கருவிகளின் உதவிகொண்டு வானத் தில் செல்லும் ஏவூர்தியை இயக்கவும், ஏவூர்தியில் இருந்து கொண்டு கீழே உள்ள கருவிகளுக்குச் செய்தி அனுப்பவும் செய்யலாம்.

ஏவூர்தியில் பயணம் செய்யும் விண்வெளி வீரர் களுக்கு நல்ல உடல்நலம் மட்டும் இல்லாமல், விரை வில் முடிவு எடுக்கும் திறமையும், வேலையைச் சீக்கிரம் முடிக்கும் திறமையும், வேலையில் தளர்ச்சியில்லாமை யும், அதிக நேரம் வேலை செய்தாலும் குறைந்த அளவு களைப்பும், எல்லாவற்றிற்கும் மேலாகப் புதிய வற்றை அறியும் ஆவலும், புதிய மாறுதலுக்கு உடந்தை யாக உள்ள உடல் வலிமையும் வேண்டும்.

விண்வெளியில் செல்லும் சில அதிவேக எந்திரங் களுக்கு ஏற்படும் சில பிரச்சினைகளைப் பற்றிப் பார்ப் போம். இந்த வான் ஊர்திகளுக்கு ஏற்படும் முதல் பிரச்சினை வெப்பம்தான். இந்த வெப்பம், காற்றும் விண்வெளிக் கவசமும் உராய்வதினால் ஏற்படுகின்றது. தரையில் 60 மைல் வேகத்தில் செல்லும்போது அதன் வெப்பம் கனிசமாகக் கூடத் தொடங்குகின் றது. 300 மைல் வேகத்தில் செல்லும் ஒரு வான் ஊர்தி யின் வெப்பம் 16.1°C கூடுகின்றது. ஒரு மணிக்கு 4800 கி. மீ. வேகத்தில் செல்லும் ஏவூர்தியின் வெப்ப நிலை 1613°C அளவுவரை அதிகரிக்கிறது. ஆதலால் ஏவூர்தியைக் குளிரச் செய்வது ஒரு முக்கியப் பிரச்சினை யாக அமைந்துள்ளது.

மற்றொரு பிரச்சினை அதன் எரிபொருள் தொட்டி யைப் பற்றியதாகும். அந்தத் தொட்டி சிறிதும் கசிவு இல்லாமல் இருக்க வேண்டும். சிறிய கசிவு இருந்தாலும் அதன் வழியாக வெப்பம் பரவி ஏவுகணையே வெடித்து விடும். அதிக உயரத்தில், அதிக வேகத்துடன் செல் லும்போது மற்றொரு பிரச்சினை, அதன் எரி பொருளைச் சேமித்து வைப்பதில் உண்டாகும். அது எரிபொருளை நீர்மமாகவும், திண்மப் பொருளாகவும் குளிர வைப்பது ஆகும். மின் கம்பிகளைப் பாதுகாப் பது, மற்றொரு பிரச்சினையாக உள்ளது.

மேக் எண் 10 ஆக இருக்கும்போது வான்ஊர்தி மணிக்கு 40,000 கி. மீ. வேகத்தில் செல்கின்றது. இந்த வேகத்தில் சென்றால் நொடிக்கு ஏழு மைல் சென்றுவிடலாம். இந்த வேகத்தில் சென்றால்தான் நாம் பூமியின் ஈர்ப்பு விசையைத் தாண்டி வெளியே செல்ல முடியும் என அறிவியலார் கருதுகின்றார்கள். ஏவூர்தி மூலம் நாம் அருகில் உள்ள கோள்களுக்குச் செல்ல முடிகின்றது. புவிக்கு மிக அருகில் ''செவ்வாய்'' என்ற கிரகம் உள்ளது. இது பூமியில் இருந்து 35,000,000 மைல் தூரத்தில் உள்ளது. இந்தக் கோளுக்கு 25,000 மைல் வேகத்தில் சென்றால் நாம் இரண்டு மாத காலத்தில் சென்றுவிடலாம்.

நாம் புவியில் இருந்து நிலாவுக்குப் பறந்து செல்வதாக வைத்துக் கொள்வோம். புவியில் இருந்து நிலாவுக்கு இடையில் நிற்காமல் ஒரே மூச்சில் சென்றுவிட முடியாது. புவிக்கும் நிலாவுக்கும் இடையே விண்கூடு அமைப்பது மிகவும் தேவை. நாம் இடையில் நிற்காமல் ஒரே மூச்சில் செல்ல வேண்டும் என்றால் அதிகமான எரிபொருள் எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். அதிகமான எரிபொருள் என்றால், அதிகமான எடை ஆகும். விண்கலத்தின் எடை கூடுவதனால், அதன் திறன் குறைந்து விடுகின்றது. ஆதலால் முதல் கட்டமாக வானத்தில் உள்ள தங்கும் இடத்திற்குச் சென்றுவிட்டு, இரண்டாம் கட்டமாகத் தங்கும் இடத்தில் இருந்து நிலாவுக்குச் சென்றால் பயணம் எளிதாகவும், எடை குறைவாகவும் இருக்கும். வானத்தில் தங்கும் இடமான விண்கூடு 1000 மைல் தூரத்தில் இருக்கும். விண்கூடு அதே இடத்தில் இருந்து கொண்டு, மற்றொரு நிலாவைப் போன்று புவியைச் சுற்றிக்கொண்டிருக்கும்.

வானத்தில் செல்லும் ஏவூர்திக்கு மற்றொரு பிரச்சினை வானில் உள்ள விண்கற்களால் உண்டாகிறது. விண்கற்களோடு விண்கவசம் மோதுவதால் விண்கவசம் சேதம் அடைகின்றது. அவ்வாறு சேதம் ஏற்படாமல் தடுக்க, விண்கலத்தின் பாதையை நாம் முன்கூட்டியே தெரிவு செய்ய வேண்டும். தெரிவு செய்யும் பாதையில் விண்கற்கள் வராமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

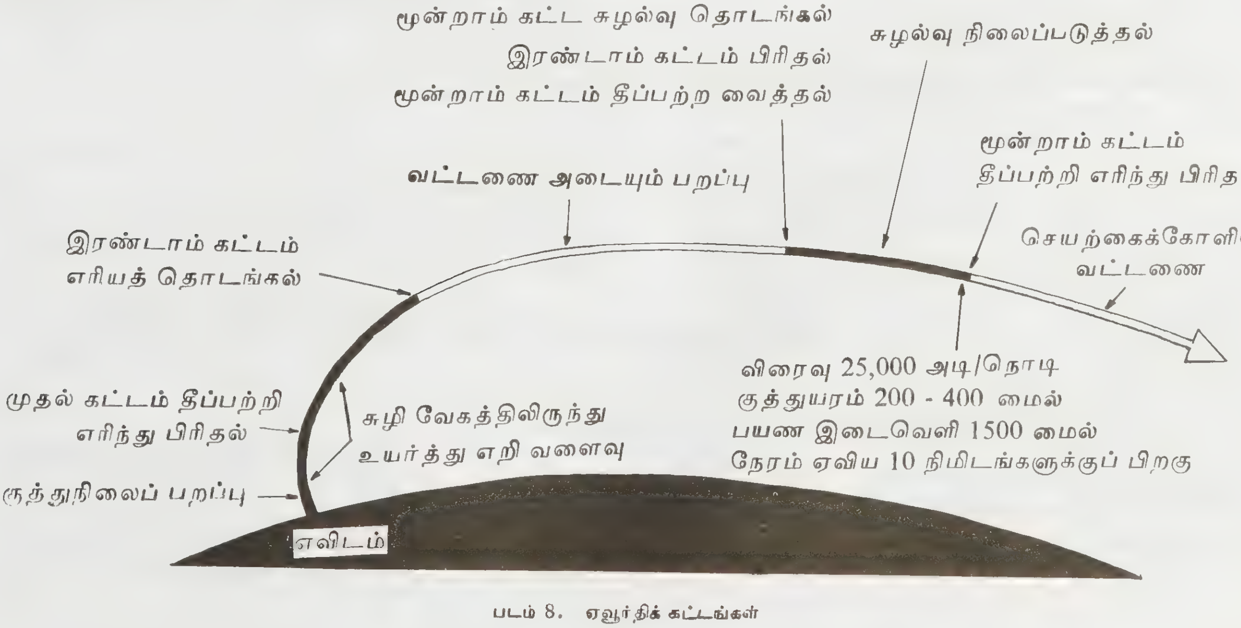
மற்றொரு பிரச்சினை நமது மனித உடலைப் பற்றியது. நாம் வானத்தில் பறக்கும்போது எடை மிகவும் குறைந்து காணப்படுகின்றது. அப்போது நாம் தலைகீழாகப் பறப்போம். கைகால்களை ஆட்டினால் பறப்பதுபோல் தோற்றம் அளிக்கும். புவிஈர்ப்பு விசையினால் மனித உறுப்புகள் இயங்கிக்கொண்டு இருக்கின்றன என நாம் இதுவரை நம்பியிருந்தோம். ஆனால் அது தவறு என்று இதன் மூலம் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

ஆக்சிஜன் இல்லாமல் 45 நிமிடத்திற்கு மேல் உயிர் வாழ முடியாது. ஆதலால் வானத்தில் பறக்கும் மனிதர்களுக்கு ஆக்சிஜன் கொடுப்பது தேவை. ஆக்சிஜன் மட்டும் கொடுத்தால் போதுமானது அன்று. உயிர் வாழ்வதற்கு இன்றியமையாத தண்ணீர், உணவு போன்ற பொருள்களும் கொடுத்தாக வேண்டும்.

தற்போது இயங்கும் விண்வெளி ஏவூர்தி மூன்று கட்டங்களாக அமைந்துள்ளது (படம் 8). முதல்கட்டத்தில் 27,000 பவுண்ட் வேகத்தில் அழுத்தப்படுகின்றது. இது ஏவூர்தியை 65 கி.மீ. உயரத்திற்கு எடுத்துச் செல்கின்றது. அந்த இடத்தில் ஏவூர்தியின் வேகம் மணிக்கு 6500 கி.மீ. ஆக இருக்கும். முதல் கட்டத்தின் வேலை செய்யும் காலம் 140 மணித்துளிகளாக இருக்கும். எரிந்து முடிந்தவுடன் முதல் கட்டம் கடலில் விழுந்து விடுகின்றது.

பின்னர் இரண்டாம் கட்டம் எரிய ஆரம்பிக்கின்றது. இந்தக் கட்டத்தில் மீதம் உள்ள பகுதியை 225 கி.மீ. உயரத்திற்கு எடுத்துச் செல்கின்றது. அதனுடைய வேகம் அப்போது மணிக்கு 17,500 கி.மீ. ஆக இருக்கும். மூன்றாவது கட்டம் தொடங்கும் முன், இரண்டாவது பகுதியும் எரிந்து கடலில் விழுந்துவிடுகின்றது. மூன்றாவது கட்டத்தில் அது 480 கி.மீ. உயரத்தை அடைந்துவிடுகின்றது. அப்போது அதன் முழு வேகமான மணிக்கு 32,000 கி.மீ.யை அடைந்துவிடுகின்றது. இரண்டாம் கட்டம் முடிந்தவுடன் விண்கலம் 90 நிமிடத்திற்கு ஒருமுறை தன்னைத்தானே சுற்றிக் கொள்ளும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. இது அடர்த்தி அதிகமான காற்று மண்டலத்தில் இருந்து, அடர்த்தி குறைந்த காற்று மண்டலத்திற்குள் மிக வேகமாக நுழைவதனால் உண்டாகின்றது. இப்போதுதான் விண்கலம் விண்வெளிப் பாதைக்கு வந்துள்ளது.

விண்வெளிப் பாதை ஒரு நீள்வட்டமாக அமையும். புவியின் ஈர்ப்பு விசையில் இருந்து விடுபடும்போது காற்றின்



படம் 8. ஏவூர்திக் கட்டங்கள்

அடர்த்தி மிகவும் குறைவாக இருக்கும். விண்கலம் மறுபடியும் புவியின் ஈர்ப்பு விசைக்குள் வரும்போது மிகவும் கவனமாக இருக்க வேண்டும். சரியான கோணத்தில் உள்ளே வரத்தவறினால், விண்கல்லில் மோதி விண்கவசத்திற்குச் சேதம் ஏற்படும். மேலும் அதிகமான வெப்பம் உராய்வினால் உண்டாகின்றது. அந்த வெப்பத்தினால் ஏவூர்தி முழுவதும் உருகி அழிந்து விடும். ஏவூர்தியின் முக்கிய கருவிகள் ஏவூர்தியின் வெப்பம், அழுத்தம், வெப்பம் பரவுதல் போன்ற தகவல்களைப் புவியில் உள்ள கருவிகளுக்குச் செய்தி அனுப்பிக்கொண்டு இருக்கும்.

அப்போது விண்கலம் எவ்வளவு காலம் இருக்கும் அல்லது இயங்கும் அல்லது செய்தி அனுப்பும் என்பது யாருக்கும் உண்மையில் தெரியாது. அதன் பறப்பு, ஏவூர்தி செல்லும் இடத்தில் உள்ள காற்றின் கலவையையும், அடர்த்தியின் தன்மையையும் பொறுத்து இருக்கும். நம்முடைய விண்கலம் சில வாரங்களோ, சில மாதங்களோ விண்வெளியில் இருக்கும்.

சீ.இரா.

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol. 12, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, Newyork, 1977.

அதிக அளவு உற்பத்தித் திறன்

உணவைப் பெறுவதற்காக வேளாண்மையை மனிதன் பெரும்பாலும் சார்ந்திருக்கிறான். மனித உணவில் முக்கியமாகத் தாவரப் பொருள்கள், மாமிசப் பொருள்கள் பங்கேற்கின்றன. இவற்றில் 99 சதம் உணவுப் பொருள்களைப் பயிர்களே அளிக்கின்றன.

உணவு உற்பத்தியைப் பாதிக்கக்கூடிய பல காரணிகளுள்ளன. இவற்றில் மக்கள் தொகைப் பெருக்கம், பயிரிட உதவாத நிலங்கள், ஆற்றல் இன்மை, குறைவான பரப்பளவு கொண்ட நிலப் பங்கீடு, சூழ்நிலை, காலநிலை, வட்டார ஏற்றத் தாழ்வு, இயற்கையின் கொடுமைகள், வட்டாரப் பிரச்சினைகள், சமூகப் பொருளாதார காரணங்கள் போன்றவை முக்கியமானவை.

அதிக அளவு உற்பத்தித்திறனை உருவாக்குவதற்கு அந்தந்த வட்டாரங்களுக்கு ஏற்ற வகையில் பணியைத் தொடங்க வேண்டுவது அவசியம். இதில் மலைப்பகுதிகள், சமவெளிகள், வறட்சிப்பகுதிகள், நீர்ச்செழிப்புள்ள பகுதிகள், பயிரிடும் காலம், பயிர்களின் சாகுபடி வேற்றுமைகள், பயிரிடும் செலவு முதலானவற்றைப் பொறுத்து வெவ்வேறான திட்டங்களை அறிவியல் முறையில் வகுக்க வேண்டும்.

அதிக அளவு உற்பத்தித் திறனைப் பெருக்குவதற்கான வழிமுறைகள் பின்வருமாறு:

1) தரிசாகக் கிடக்கும் நிலத்தை வளமுள்ளதாக்கி அதிக விளைச்சலைப் பெருக்க அதே நிலத்தை இரு விளைச்சலுக்கிடையில் கிடைக்கும் இடைவெளிக் காலத்தைப் பயன்படுத்தி, இதற்கேற்றாற்போல் குறுகிய காலப் பயிர்களைப் பயிரிடுதல். இத்துடன் பல பயிர் சாகுபடி, அடுக்குமுறைச் சாகுபடித் திட்டங்களையும் செயல் படுத்துதல். (2) அறிவியல் முறையில் நிலத்தைப் பயன்படுத்துதல். (3) நிலத்தையும், நீரையும் வீணாக்காமல் சேமித்து வைத்தல் (Soil and water conservation). வறட்சிப் பகுதிகளில் குறைந்த அளவு நீரைக் கொண்டு மிகுதியான மகசூலைப் பெறுதல். நஞ்சையில் நீரைப் பேணும் முறையையும், புஞ்சையில் நீரை ஈர்க்கும் முறையையும் பெருக்குதல். (4) அதிக உணவுப்பொருள்களைத் தரும் காய்கறி, கனிகள், மரங்களைச் சாகுபடி

இந்தியாவின் உணவுத் தேவையைப் பல ஆராய்ச்சி நிறுவனங்கள் கணித்துள்ளன. (பட்டியல் 1)

பட்டியல் 1. இந்தியாவின் உணவுத் தேவை.

	மதிப்பீடு செய்த நிறுவனம்	ஆண்டு	உணவுத் தேவை (மில்லியன் டன்களில்)
1.	தேசிய வேளாண்மைக் கழகம்	2000	228.5
2.	திட்டக்குழு (Planning Commission)	1985-90	190.0
3.	உலக நல்வாழ்வுக் கழகம் (World Health Organization)	2 000	275.0

செய்தல்; (5) அதிக மகசூல் தரும் வகைகளில் விதைகளைப் பயன்படுத்துதல் (High yielding varieties). இவை நீரையும், உரங்களையும் நன்கு பயன்படுத்தி அதிக மகசூலுக்கு வழி வகுக்கும். (6)மண்ணின் தேவை, பயிரின் தேவை போன்றவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு தக்க உரமிட்டு அதிக மகசூலைப் பெறுதல், உரமிடும் அளவையும், முறைகளையும் உன்னிப்பாக ஆய்ந்து தேவைக்கேற்றவாறு பயிரிடும் முறைகளை மாற்றி யமைத்தல். நீலப்பச்சைப் பாசி (Blue Green Algae), அசோலா (Azolla), ரைசோபியம் (Rhizobium) போன்ற உயிரின உரங்களைப் பயன்படுத்தி உரச்செலவைக் குறைத்து, உற்பத்தியைப் பெருக்கலாம். சில நிலங்களில் துத்தநாகம் போன்ற நுண் ஊட்டகங்களைப் பயன்படுத்தலாம். (7) பூச்சிகள். நோய்கள், களைகள் ஆகியவை தாவரங்களுக்கு மிகுதியான சேதம் விளைவிக்கின்றன. பொதுவாக, உலகில் பூச்சிகளால் 12.3 சதம் சேதம் (மொத்தம் 33.8 சதம்) ஏற்படுகின்றது. இச்சேதத்தைத் தடுப்பதற்குப் போதிய பூச்சிகொல்லிகள் (Insecticides), பூஞ்சணக்கொல்லிகள் (Fungicides), களைக் கொல்லிகளைப் (Weedicides) பயன்படுத்த வேண்டும். (8) சேமிப்புகளில் உண்டாகும் சேதங்களைத் தடுத்தல். இதற்குக் காலநிலை, சேமிப்பு அறைகள், பூச்சிகள், பூஞ்சணங்கள் (Fungi) காரணமாக உள்ளன. இந்தியாவில் 1982-83 ஆம் ஆண்டில் மட்டும் 40 கோடி பெறுமான உணவுப் பொருள்கள் தக்க சேமிப்பு வசதிகள் இல்லாததால் சேதமுற்றதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. (9) இயற்கை வளங்களைப் பெருக்கி வேளாண்மையில் முதலீட்டுச் செலவைக் குறைத்தல். (10) ஒவ்வோர் உழவருக்கும் உள்ள நிலப் பரப்பு குறைவாக இருப்பதால் வேளாண்மையொட்டிய துணைத் தொழில்களைப் பெருக்குவது நல்லது. பால் தரும் கலப்பினப் பசுக்கள், எருமைகள், ஆடுகள், கோழிகள் போன்றவற்றை வளர்த்து வருமானத்தைப் பெருக்கலாம். (11) நன்செய், தோட்டக் கால் நிலங்களில் மட்டும் உணவு உற்பத்தியைப் பெருக்கும் முயற்சிகளை எடுப்பதோடல்லாமல் பரவிக் கிடக்கும் மானாவாரி நிலங்களிலும் திருந்திய சாகுபடி முறைகளைக் கையாண்டால் உணவு உற்பத்தி பெருகுவது உறுதி.

உ.அ.

நூலோதி

1. **Borthakur, D.N. Dr. G.V. Chalam** *Momorial Lecture* Publ. Tamil Nadu Agri. Univ., Coimbatore, 1983.
2. **Cramer H.H.** *Plant Protection and World Crop Production*.

அதிகொலஸ்டிரால் இரத்தம்

நம் உயிர் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதது உணவு. அவ்வுணவில் மாவுச்சத்து (Carbohydrate), புரதம் (Protein), கொழுப்புப் பொருள் (Fat), வைட்டமின்கள், கனிமங்கள் (Minerals), தண்ணீர் முதலியன இருப்பது இன்றியமையாததாகும். இவை தகுந்த அளவில் கலந்திருப்பின் நோயற்ற வாழ்வெனும் குறைவற்ற செல்வம் நம்மை வந்து சேரும். இவ்வகையான சத்துப் பொருள்கள் உணவு சீரணிக்கப்பட்டபின் இரத்தத்தினுள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. இரத்தத்தில் கொழுப்புப் பொருள் அளவுக்கு அதிகமாகக் காணப்படும் நிலையே ''அதி கொலஸ்டிரால் இரத்தம்'' (Hypercholesterolemeia) எனப்படும். இந்நிலை பல நாடுகளில்,குறிப்பாக,அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா போன்ற வளர்ச்சியடைந்த நாடுகளில் அதிகம் காணப்படுகிறது. ஆண்டுதோறும் பல்லாயிரக்கணக்கான உயிர்களைக் கொள்ளை கொள்ளும் நோய்களில் தமனிச் சுவர்த் தடிப்பு நோயும் (Atherosclerosis), இதய இரத்த நாள நோய்களும் (Cardiovascular diseases) குறிப்பிடத்தக்கன. இவற்றால் பாதிக்கப்படும் பெரும்பகுதியினர் அதி கொலஸ்டிரால் இரத்தம் கொண்டவர்களே.

உடலில் உள்ள கொழுப்புப் பொருள்

நம் உடலின் எடையில் சுமார் 18 விழுக்காடு வரை கொழுப்புப் பொருள் காணப்படுகிறது. உடலில் சேரும் கொழுப்புப் பொருள் உணவிலிருந்து மட்டுமே பெறப்படுவதில்லை. மாவுப் பொருள் உணவில் மிகும் போது அம்மாவுப்பொருள் கொழுப்புப் பொருளாக மாற்றம் செய்யப்பட்டு உடலில் ஆங்காங்கே உள்ள கொழுப்பு அடிபோஸ் திசுக்களில் (Adipose tissue) சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. மாவுப் பொருள் குறையும் போது சேமிப்பில் இருக்கும் கொழுப்பு உடலுக்குச் சக்தி தரும் பொருளாக மாற்றமடைகிறது. கொழுப்பு தான் உடலைக் குளிரிலிருந்து பாதுகாக்கிறது; உடல் வெப்பம் வெளியேறி விடாமல் சீராக வைத்திருக்க உதவுகிறது. இவ்வாறு அளவுடன் இருக்கும்போது நலமளிக்கும் கொழுப்பு அளவை மிஞ்சிவிட்டால் உடலுக்கு ஊறு விளைவிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக மிகப்பருமனான மனிதர்கள் நடக்கக்கூட சிரமப்படுவதைக் காணலாம். இவர்களின் உடல் எடையில் கிட்டத்தட்ட 25 விழுக்காடு கொழுப்புப் பொருள் இருக்கிறது.

இரத்தத்தில் உள்ள கொழுப்புப் பொருள்

இரத்தத்தில் காணப்படும் பலவகைக் கொழுப்புப் பொருள்களுள் 'கொலஸ்டிரால்' (Cholesterol) குறிப்பிடத்தக்கது. 100 மில்லி லிட்டர் இரத்தத்தில் சுமார் 150 மில்லிகிராம்கள் முதல் 250 மில்லிகிராம் வரை கொலஸ்டிரால் இருக்க வேண்டும். இந்த அளவுக்கு மேல் கொலஸ்டிரால் காணப்படும் நிலையே 'அதி கொலஸ்டிரால் இரத்தம்' (Hypercholesterolemia) எனப்படுகிறது. இரத்தக் கொழுப்பு உணவிலிருந்து மட்டுமே பெறப்படுவதில்லை. கல்லீரல் (Liver), குடல் (Intestine), இரத்தக் குழாய்கள் (Blood vessels),

முதலிய பல பாகங்களில் இரத்தக் கொழுப்பு உற்பத்தி செய்யப்பட்டு இரத்தத்தில் சேர்கிறது. இரத்தத்தின் மூலம் கொழுப்பு உடலின் பல பாகங்களுக்கும் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. முடிவில் கல்லீரல் மூலம் சுரக்கப்படும் பித்தநீரில் (Bile) கலந்து வெளியேற்றமடைகிறது.

இரத்தக் கொழுப்பு நீரில் கரையாத பொருளாகும். எனவே இரத்தத்தில் கொழுப்பு தனி வடிவில் இல்லாமல் நீரில் கரையும் புரதங்களுடன் சேர்ந்த வடிவில்தான் பல பாகங்களுக்கும் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இவ்வகையான கொழுப்புப் புரதங்கள் 'லைப்போ புரோட்டீன்கள்' (Lipoproteins) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பலவகையான லைப்போ புரோட்டீன்களில் அடர்த்தி மிகுந்த ஒரு வகையே (High density lipoprotein) இரத்தக் கொழுப்பை (இரத்தத்தில் அதிகம் சேராமல்) வெளியேற்றப் பெரிதும் உதவுவதாய் அறிவியலார் அண்மையில் கண்டுள்ளனர்.

இரத்தக் கொழுப்பு மிகுநிலையும் அது உருவாகக் காரணங்களும்

அமெரிக்கா போன்ற மேலை நாடுகளிலும் நம் நாட்டிலும் பெரும் பொருட்செலவில் 'அதிகொலஸ்டிரால் இரத்தம்' உண்டாவதற்கான சூழ்நிலைகள், மேலும் காரணங்கள் பற்றிய விரிவான ஆய்வுகள் மேற்கொள் கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. எனினும் சரியான காரணங்கள் இதுவரை கண்டறியப்படவில்லை. இரத்தக் கொழுப்பு மிகுந்து காணப்படும் பல்வேறு நிலைகள் மட்டுமே இதுவரை அறியப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக வயதுக்கேற்ப இரத்தக் கொழுப்பும் அதிகமாகிறது. உணவில் கொழுப்பு அதிகமாவதும் காரணமாகலாம். புகை பிடிக்கும் பழக்கங் கொண்டவர்களும், அதிக உணர்ச்சி வயப்படுவர்களும், குடிப் பழக்கம் உடையவர்களும், "அதிகொலஸ்டிரால் இரத்த" நிலையைச் சீக்கிரமடைவர் என ஆராய்ச்சியாளர் பலர் கருதுகின்றனர். சுறுசுறுப்பற்ற வாழ்க்கை முறைகளும் காரணமாக அமையலாம். பரம்பரையாகவும் இந்நிலை தோன்றக்கூடும்.

இரத்தக் கொழுப்பு அதிகமாகும் போது அது சிறிது சிறிதாகச் சுத்த இரத்தைக் கொண்டு செல்லும் தமனி (Artery) யில் படிய ஆரம்பிக்கின்றது. இந்நிலையில் இரத்தக் கொழுப்பு மட்டுமன்றிச் சுண்ணாம்பு உப்புகள் (Calcium salts), இரத்தப்பொருள்கள் (Blood products), ஒருவகை மாவுப்பொருள் (Complex carbohydrates) ஆகியனவும் ஒன்று சேர்ந்து தமனியின் உட்சுவரைப் பழுதடையச் செய்கின்றன. இந்தப் படிவினால் உட்சுவர் வலுக்குறைந்து வீக்கமடைகிறது. இதற்குத் தமனி சுவர்த்தடிப்பு நோய் (Atherosclerosis) என்று பெயர். இதற்குப் பின்னர் மூளை இரத்தநாள வெடிப்பு (Cerebral hemorrhage Apoplexy), இதய இரத்த நாள அடைப்பு (Coronary thrombosis) முதலியனவும் தோன்றி உயிருக்கு ஆபத்தை உண்டாக்குகின்றன.

இனி, 'மிகை இரத்த அழுத்தம்' (Hypertension) என்ற மற்றொரு நிலையைக் காண்போம். தமனியின் இரத்த அழுத்தம் ஒழுங்காக இடைவிடாமல் சராசரியான ஓர் அளவில் இருக்க வேண்டும். இந்த அளவை விட அதிகமாக இருக்கும் தமனி இரத்த அழுத்தத்தையே 'மிகை இரத்த அழுத்தம்' என்கிறோம். இந்த நிலைமிகவும் ஆபத்தானது. இதனால் இதயத்துக்கு அதிகப்படியான வேலை ஏற்படுகிறது. மேலும் இதயம் பெருத்து, மாரடைப்பு ஏற்பட்டு மரணமும் நேரிடலாம். மூளை இரத்த நாளம் வெடித்துச் சாவு நேரலாம். அல்லது சிறுநீரகக் கோளாறும் ஏற்படலாம்.

மேற்கூறிய காரணங்களுக்குச் சிறிதும் தொடர்பு இல்லாத பலவற்றாலும் அதிகொலஸ்டிரால் உண்டாவது அறியப்பட்டுள்ளது. நீரிழிவு நோய் (Diabetes mellitus), இன்சுலின் (Insulin) என்ற ஊக்கி குறைவால் தோன்றுகிறது. இந்நிலையில் இரத்தத்தில் சர்க்கரைப் பொருள் (Glucose) மிகுந்துள்ளது. இந்நோய் முற்றிய நிலையில் இரத்தத்தில் கொழுப்புப் பொருளும் மிகுதியாகி அதிகொலஸ்டிரால் இரத்த நிலை உண்டாகிறது.

தைராய்டு குறைவு (Hypothyroidism), கல்லீரல் கோளாறு, பித்த நீர் நாளக் கோளாறுகள் (Hepatic and biliary tract diseases), அடைப்பு மஞ்சள்காமாலை (Obstructive jaundice) முதலிய நோய்களிலும் 'அதிகொலஸ்டிரால் இரத்தம்' காணப்படுகிறது.

இரத்தக் கொழுப்பைக் குறைப்பதற்கான வழிகள்

இரத்தத்தில் கொழுப்பின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காகப் பலவகை மருந்துகளை உபயோகிக்கிறார்கள். அவற்றுள் கொலஸ்டிரமின் (Cholestramine), அட்ரோமிட் (Atromid), தைராக்சின் (Thyroxine), நிக்கோடினிக் அமிலம் (Nicotinic Acid) முதலியன குறிப்பிடத்தக்கன. இம்மருந்துகள் யாவும் இரத்தக் கொழுப்பைக் கட்டுப்படுத்த வல்லவையே. ஆயினும் அவை உடலில் வேறு சில மாற்றங்களை (Side effects) ஏற்படுத்தி ஊறு விளைவிக்கின்றன.

பருமனானவர்களும், இரத்தத்தில் கொழுப்பு அதிகம் உள்ளவர்களும், பரம்பரையாகத் தமனி நோய் உள்ள உள்ளவர்களும், வெண்ணெய், நெய், மிருகக் கொழுப்பு முதலிய கொழுப்புப் பொருள்களின் உபயோகத்தைக் கட்டுப்படுத்திக் கொள்வது நல்லது. இத்தகையோர் உணவில் பருப்பு வகைகள், கோதுமை, தாவர எண்ணெய்கள், குறிப்பாக சோயா எண்ணெய், கடலையெண்ணெய் ஆகியவற்றைச் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். ஆரோக்கியமான சூழ்நிலை, உணவு, உடற்பயிற்சி

முதலியனவும் நோய்களிலிருந்து நம்மைப் பாதுகாக்கும். மதுப்பழக்கம், புகைபிடித்தல் போன்றவற்றைக் கை விடுதல் சாலச் சிறந்தது.

கே. க.

நூலோதி

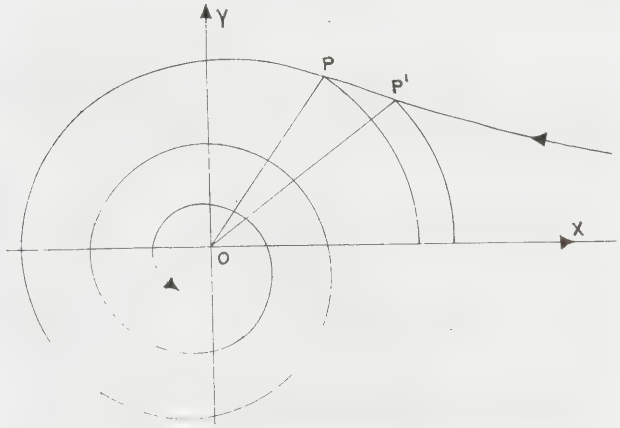
1. தி. வெங்கட கிருஷ்ணய்யங்கார். உணவும் ஊட்டமும்: தமிழ் நாட்டுப்பாட நூல் நிறுவனம், 1978.

2. **John, R. Sabine**, *Cholesterol*, Marcel Dekker Inc. Newyork and Basel, 1977.

3. **S. Ramakrishnan** *Text book of Medical Bio-Chemistry*, Orient Longman Publishers, 1980.

அதிசுருளி

அதி சுருளி (Lituus). அதிஇயல் தளத்தில் (Transcendental Plane) அமையும் ஒரு வளைவு (Curve) ஆகும். இதை 1722ஆம் ஆண்டு கோட்ஸ் (Cotes) என்ற அறிஞர் கண்டுபிடித்தார். $r^m = a^m\theta$ என்ற சமன்பாட்டில் $m = -2$ எனப் பிரதியிட இச்சுருளியின் சமன்பாடு கிடைக்கும். படத்தில் உள்ள வட்டக்கோணப் பகுதி POP' இன் பரப்பு மாறாமல் இயங்கும் p என்ற புள்ளியின் இயங்குபாதை அதிசுருளி ஆகும். இது முடிவிலி (Infinity)யில் தொடங்கித் துருவத்தை நோக்கிச் செல்லும். ஆனால் துருவத்தை எப்போதும் அணுகாது. துருவ அச்சு (Polar axis) இதனுடைய அணுகுகோடு (Asymptote) ஆகும்.



படம் 1. அதிசுருளி

அதி சோடிய இரத்தம்

இரத்தத்தில் உப்புச்சத்து உட்படப்பல வேதியியற் பொருள்கள் உள்ளன. உப்புச்சத்தில் சோடியம் என்பதும் ஒரு வகையாகும். நாம் உணவிற்குப் பயன்படுத்துகிற உப்பில் சோடியம் அயனியும் குளோரைடு அயனியும் உள்ளன. சோடியம் உப்புச்சத்து உடலுக்குத் தேவைதான். ஆனால் தேவைக்கு அதிகமாக உடலில் இருந்தால் அது நல்லதன்று. சோடியம் உட்பட உப்புச் சத்துக்களை ஓர் அளவில் நிலை நிறுத்த, தேவைக்கு அதிகமான உப்புச்சத்துக்கள் சிறுநீர் வழியாகவும் வியர்வை வழியாகவும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. சோடியஉப்பு வெளியேற்றப்படாமல், தண்ணீர் மட்டும் அதிக அளவில் வெளியேற்றப்பட்டால் அல்லது அதிக அளவு சோடிய உப்பு உட்கொண்டால் இரத்தத்தில் சோடியத்தின் அளவு, அளவிற்கு அதிகமாகிவிடக்கூடும். இதனை 'அதி சோடிய இரத்தம்' என்று அழைப்பர். அதாவது உடலில் ஏற்படும் நீர்மக் குறைவினால் நீர்ம உப்புச் சமன்பாடு மாறி, உப்புச்சத்து அதிகமாகின்ற காரணத்தினால், உயர் அழுத்தம் ஏற்பட்டு இரத்தத்தில் சோடியத்தின் அளவு உயர்ந்துவிடுகின்ற நிலையே மிகை சோடிய இரத்தம் எனப்படும். இதனால் இரத்தத்தில் மிகை அழுத்தம் ஏற்படலாம்.

இந்நிலை ஏற்படப் பல காரணங்கள் உள்ளன. எந்தக் காரணத்தினால் இந்த நிலை ஏற்பட்டாலும், திசுக்களைச் சுற்றியுள்ள நீர்மம் முதலில் வெளியேற்றப் பட்டுப் பின்னர் உயிரணுக்களில் உள்ளே இருக்கும் நீர்மம் அதனை ஈடுசெய்ய வெளியேற்றப் படுவதனால் கிட்டத்தட்ட 2/3 பங்கு உயிரணு உள் நீர்ம இழப்பினாலேயே நீர்மக் குறைவு ஏற்படுகின்றது.

காரணங்கள்

1. சிறுநீரகம் அல்லாது வேறு உறுப்புகளின் மூலம் ஏற்படும் நீர்ம இழப்பு (அ) தோல், தீப்புண், வியர்வை ஆகியவை மூலம் ஏற்படும் இழப்பு, (ஆ) நுரையீரலால் ஏற்படும் இழப்பு,
2. சிறுநீரகம் மூலம் ஏற்படும் நீர்ம இழப்பு.
3. அதிகப்படியாக சோடியம் உடலில் சேருதல் (அதிக உப்பை தண்ணீர் குடிக்காமல் உட்கொள்ளுதல்)
4. அட்ரீனல் என்னும் நாளமில்லாச் சுரப்பியின் கூடுதல் உற்பத்தித்திறன் - குஷ்ஷிங்நோய் (Cushing's syndrome)

மேலே கொடுக்கப்பட்ட காரணங்களினால் நுரையீரல் வழியாகவும் தோல் மூலமாகவும் ஏற்படும் நீர்ம இழப்பினால் உண்டாகும் அதி சோடிய இரத்தமே அதிக அளவில் மக்களிடையே தென்படுகிறது. காய்ச்சலினால் அவதிப்படும் நோயாளிகளின் உடலிலும் அதிகமாக மூச்சு வாங்கும் நோயாளிகளின் உடலிலும் பல லிட்டர் கணக்கில் தண்ணீர் இழப்பு ஏற்படக்கூடும். வியர்வையை அதிகமாக வெளியேற்றும் நோயாளிகள் தண்ணீர் குடிக்க முடியாத போது உப்புக்குறைந்த தண்ணீர் அதிகம் வெளியேற்றப்படுவதனால் சோடியம் இரத்தத்தில் உயர்ந்து காணப்படும். தீ விபத்தினால் ஏற்படும் புண்ணினால் தோலிலிருந்து தண்ணீர்

வடிந்து, இரத்தம் மிகை சோடிய இரத்தமாக மாறக் கூடும்.

நீரிழப்பு நோயில் இரண்டு வகை உண்டு. ஒன்று, சர்க்கரை நோய். மற்றொரு வகை நீரிழப்பு நோயில் சர்க்கரை வெளியேற்றப்படாமல் சிறுநீர் மட்டுமே அடிக்கடி வெளியேற்றப்படுவது. இதற்கு டயபட்டீஸ் இன்ஸிபிடஸ் (Diabetes insipidus) என்று பெயர். இந்த நோயினால் தண்ணீர் வெளியேற்றப்பட்டு உப்புச்சத்துக்கள் தங்கி விடுவதால், இரத்தத்தில் சோடியம் அதிக அளவில் காணப்படும். இந்த நோயாளிகளுக்குத் தாகம் அதிகம் ஏற்படுவதால், அடிக்கடி தண்ணீர் குடித்து சோடியத்தின் அளவு உயர்ந்துவிடாமல் தடுத்துவிட இயலும். மூளையின் பெருமூளைப் பகுதியில் அடிபட்ட நோயாளிகளிலும் மூளையில் அறுவைச் சிகிச்சை செய்து கோண்ட நோயாளிகளிலும், திடீரென டயபட்டீஸ்இன்ஸிபீடஸ் உண்டாகி உடலின் நீர் சிறுநீராக வெளியேற்றப்பட்டு, மிகை சோடிய இரத்தம் ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது. அப்படிப்பட்ட நோயாளிகளின் சிறுநீர் அளவு கவனமாகச் சோதிக்கப்பட்டு, நீரிழப்பைச் சரி செய்யத் தகுந்த நடவடிக்கை மேற்கொள்ளல் வேண்டும்.

மூளைக்கு இரத்தம் கொண்டு செல்லும் தமனிகள் விபத்தினால் பாதிக்கப்பட்டதனாலோ, நரம்பு மண்டலத்தின் அறுவைச் சிகிச்சையினாலோ உணவு உண்ண முடியாமல் போகும்போது நோயாளிகளுக்குக் குழாய் வழியாகப் புரத உணவு அதிகம் செலுத்தப்பட்டால், புரதத்திலிருந்து யூரியா உண்டாகி அதனை வெளியேற்றச் சிறுநீர் அதிகம் கழிப்பதனாலும், மிகை சோடிய இரத்தம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. மிக அரிதாகத்தான், உப்பு உண்ணுவதால் ஏற்படும் மிகை சோடிய இரத்தம் காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகக் குழந்தைகளுக்கான உணவு தயாரிப்பில் சர்க்கரைக்குப் பதிலாகத் தெரியாமல் உப்பு கலக்கப்பட்டு அதனை உட்கொள்ளும் போது அதி சோடிய இரத்தம் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு.

மிகை சோடிய இரத்தத்தினால் ஏற்படும் பாதிப்பு

மிகை சோடிய இரத்தத்தினால் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்படுகிறது. குழப்பம், மாறுபட்ட நடைமுறை, முறுக்கிக் கொள்ளும் தசைகள், நினைவு இழத்தல், மயக்கம் முதலியன மிகை சோடிய இரத்த நோயின் சில அறிகுறிகள். மூளையின் செல்கள், தண்ணீர் குறைவினால் வாடுவதே நரம்பு மண்டலக் கேட்டுக்குக் காரணம். மிகை சோடிய இரத்தத்திற்கான காரணத்தை உப்பு உண்டதனாலா, தண்ணீர் இழப்பினாலா, சிறுநீர்க் கழிவினாலா என நோயாளிகளிடம் நன்றாக விசாரிப்பதனால் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

சிகிச்சை

வாய் மூலமாகத் தண்ணீர் தருவதோ, 5% குளுகோஸ் (5% Dextrose) அல்லது நீர்த்த உப்புக் கரைசல் (0.45%) நீர்மத்தைச் சிரை இரத்தக் குழாய் மூலம் செலுத்துவதோதான் இதற்கு மருத்துவச் சிகிச்சையாகும். உடலின் எடையை அளவுகோலாகக் கொண்டு அதற்குத்தகுந்தாற்போல் தண்ணீர் கொடுக்கவேண்டும். மிகை சோடிய இரத்தத்திற்கு மாற்றாகத் தண்ணீர் தருவதாக இருந்தால், படிப்படியாகக் கொடுக்க வேண்டும். தண்ணீரை 50% அளவிற்கு மேல் திடீரென மொத்தமாகக் கொடுத்து விட்டால் நரம்பு உயிரணுக்கள் கெட்டுவிடலாம்.

இரத்த சோடிய அளவு

இரத்தச் சீரத்தில் 133 இலிருந்து 146 மில்லி சமஎடை/லிட்டர் என்ற அளவில் சோடியத்தின் அளவு இயல்பாகக் காணப்படும். சோடியத்தின் அளவினைச் சோதிக்கப் பிளேம் போட்டோ மீட்டர் (Flame photometer) என்ற கருவியை மிகுதியாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

நூலோதி

1. **Petersdorf et. al.** *Harrison's Principles of Internal Medicine* 10th-Edition McGraw-Hill International Book Company, 1983.

2. *Oxford Text book of Medicine*, Oxford University press, 1980.

அதி தைராய்டியக்கம்

தைராய்டு சுரப்பியின் மிகை இயக்கமே அதி தைராய்டியக்கம் (Hyperthyroidism) எனப்படும்.

உடல் வளர்ச்சி ஆற்றல் உண்டாக்குதல், நரம்பு மண்டலச் செயற்பாடுகள் போன்ற பல்வேறு செயல்களுக்குக் காரணமான தைராக்சின் (Thyroxine) என்ற ஹார்மோனைச் (Hormone) சுரக்கின்ற தைராய்டு சுரப்பி, அளவுக்கதிகமாகச் சுரக்க ஆரம்பித்துவிட்டால் எதிர்வினைகள் தோன்றிவிடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இயல்பான சுரப்பின்போது உடல் வளர்ச்சி சீராக அதிகரிக்கிறது. அதுவே அளவுக்கதிகமாகச் சுரந்தால் வளர்ச்சி தடைப்பட்டு உடல் எடை படிப்படியாகக் குறைய ஆரம்பித்துவிடும்.

தைராய்டு சுரப்பியின் செயற்பாடு

மூச்சுக் குழலின் (Trachea) முன்புறமுள்ள இது தைராய்டு இரத்தத்திலுள்ள அயோடின் என்ற தனிமத்தை வேகமாக உறிஞ்சும் இயல்புடையது. இவ்வயோடின் தைரோசின் (Tyrosine) எனும் அமினோ அமிலத்துடன் (Amino acid) இணைந்து உண்டாவதே தைராக்சின் ஹார்மோன். தைராக்சினில் நான்கு அயோடின் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. மூன்று அயோடின் மூலக்கூறுகளால் உருவான 3-அயோடோ தைரோசின்

(3-Iodo tyrosine) என்ற ஹார்மோனும் தைராய்டு சுரப்பியால் சுரக்கப்படுகின்றது. இதுவும் செயல் மிக்கதே.

இவையிரண்டும் பல்வேறு வளர்சிதை மாற்றங்களை நடத்துகின்றன. அளவுக்கு அதிகமான சுரப்பின் காரணமாக அதி தைராய்டியக்கம் ஏற்பட்டு (Hyper-thyroidism) உடலில் பல்வேறு கோளாறுகள் தோன்றுகின்றன.

நோய்க்காரணம்

இந்நோய்க்கான முதற்காரணம் இன்னமும் தெளிவாக்கப்படவில்லை. என்றாலும் பெரும்பாலான நோயாளிகளிடையே நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகளில் இந்நோய் திடீர் அதிர்ச்சி (Shock) யாலும், உளவியல் (Psychic) மாற்றங்களாலும் தோன்றுவதாகக் கண்டுள்ளனர்.

தாங்கவியலாத அதிர்ச்சிகள், தைராய்டு சுரப்பியில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றம், மன உளைச்சல் முதலானவை அதி தைராய்டியக்கத்திற்கு அடிகோலுகின்றன. பதினான்கு வயதிற்குட்பட்டோரை இந்நோய் பொதுவாகத் தாக்குவதில்லை. இந்நோய் பெண்களை, அதிலும் கருவுற்ற பெண்களை, அதிகம் தாக்குகிறது.

இருவகை அதி தைராய்டியக்கங்கள்

அ) முதல் நிலை அதி தைராய்டியக்கம் (Primary hyperthyroidism) — இதில் உடனடியாக நோயின் விளைவுகள் தோன்றிவிடும்.

ஆ) இரண்டாம் நிலை அதி தைராய்டியக்கம் (Secondary hyperthyroidism) — இந்நிலையில் தைராய்டு சுரப்பி மட்டும் முதலில் படிப்படியாகப் பெரியதாகும். நோயின் விளைவுகள் பல நாட்கள் கழிந்த பின்னரே தோன்றும். இவ்வாறு பருத்துள்ள தைராய்டையே நாம் ''முன் கழுத்துக் கழலை'' (Goitre) என்கிறோம்.

ஆனால் சுரப்பி பருத்து கழலை தோன்றிவிட்ட எல்லா நிலைகளிலும் அதிதைராய்டியக்கம் உள்ளதென்று கொள்வது தவறு. ஏனெனில் அயோடின் குறைபட்டால் ஒரே ஓர் அயோடின் மூலக்கூறையுடைய மானோ அயடோ தைரோசின் (Mono iodo tyrosine) என்ற முற்றுப் பெறாத, செயல் திறனற்ற ஊக்கி தோன்றித் தைராய்டு சுரப்பியிலேயே தங்கிவிடுவதாலும் சுரப்பி பருத்துக் கழலை ஏற்பட்டுவிடுகிறது. இத்தகைய நோயாளிகளில் குறை தைராய்டியக்கம் (Hypothyroidism) ஏற்படும்.

(அ) முதல் நிலை அதி தைராய்டியக்கம்

இதை கிரேவ் நோய் (Grave's disease) என்றும், பேஸ்டௌ நோய் (Basedow disease) என்றும் கூறுவர். இந்நோய் கண்ட பெரும்பாலான நோயாளிகளின் தைராய்டு சுரப்பி பருத்து உடனடியாகவிளைவுகளைத் தோற்றுவிப்பதால் இதற்கு நச்சுக் கழலை (Toxic goitre) என்ற பெயரும் வழங்கப்படுகிறது. மூளையிலுள்ள சில கட்டுப்பாட்டு மையங்கள் (Cerebral centres) பாதிக்கப்படுவதால் இந்நோய் தோன்றுகிறது. இப்பாதிப்பால் மூளையின் ஹைப்போதாலமஸ் (Hypo-thalamus) என்ற பகுதியும், பிட்யூட்டரி எனும் தலைமை நாளமில்லாச் சுரப்பியும (Pituitary gland) மிகையாகப் பணிபுரிகின்றன. இதனால் பிட்யூட்டரி சுரப்பி தைராய்டைத் தூண்டும் ஹார்மோனைச் (Thyroid stimulating hormone) அதிகமாகச் சுரக்கின்றது. இந்த ஹார்மோன் இரத்தத்தின் வழியாக தைராய்டைத் தூண்டி அதிகமான தைராக்சினை வெளிப்படுத்துகின்றது. உடலில் தைராக்சின் அளவு குறைந்தாலும் இந்த மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

நோயின் அறிகுறிகள்

பொதுவாகக் கழுத்தில் கழலை தோன்றும் நோயாளியிடம் ஏதாவது வேலையைச் செய்யும்படி கூறினால் மிகுந்த ஆர்வத்துடன் ஆரம்பிப்பார். ஆனால் உடனடியாகத் தசைகளும், நரம்புகளும் தளர்ந்து, சோர்ந்து போவார். மாடிப்படிகளில் ஏறும்படிக் கூறினாலும்பாதி வழியில் ஓய்வெடுத்துக் கொண்டு ஏறுவதைக் காணலாம். அதிகமான பசி, வயிற்றுப்போக்கு (Diarrhoea), படபடப்பு முதலியன ஏற்படும். நோயாளி பசியினால் அதிகமாகச் சாப்பிட்டாலும் உடல் எடை படிப்படியாகக் குறையும். கடுமையான நோயில் நோயாளி எலும்பும் தோலுமாகிப் போவதுண்டு. உடலின் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தில் அதிகரிப்பு ஏற்படும். பொதுவாக இந்நோயாளிகளின் தோல் கறுப்பாவதைக் காணலாம். இறைக்குக் காரணம் உடலில் மெலானின் (Melanin) என்ற கருமையான நிறமி தோன்றுவதே. இது தைரோசின் அமிலத்திலிருந்து உற்பத்தியாகின்றது. அதி தைராய்டியக்கத்தின் போது இரத்தத்தில் அதிகமான அளவில் தைரோசின் காணப்படுவதால் இந்நிற மாற்றம் உண்டாகிறது.

விழியில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

அதிகமாகக் கண்ணீர் சுரப்பதையும், விழி சிவப்பாகக் காணப்படுவதையும் பொதுவாக எல்லாரிடமும் காணலாம். சில சமயம் விழித்தசைகள் தளர்ந்து விழி இயக்கங்கள், குறிப்பாக மேற்பார்வையும் பக்கவாட்டுப் பார்வையும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இந்நோயின் மிக முக்கியமான அடையாளம், விழிகள் வெளியே பிதுங்கியவாறு காட்சியளிப்பதே (Expothalmos). கண்வலி, இமைத்தோலில் தடிப்புகள் போன்றவையும் தோன்றலாம். இந்நோயாளியின் மூடிய விழியை உட்பக்கமாகத் தள்ளினால் ஏதோ தடையிருப்பது போலத் தோன்றும்.

இதயக் கோளாறுகள்

தைராக்சின், இதயத்தசை (Myocardium)களின் மேல் சிறப்பாக இயங்குவதால் அதி தைராய்டியக்கத்தில்

படம் 1. தைராய்டு சுரப்பி அளவுக்கு மேல் வளர்ச்சியுற்றிருப்பதைக் காணலாம்.

இதயத் துடிப்பு, தசைகளின் சுருங்கி விரியும் திறன் முதலியவை அதிகரித்துத் தமனிகளில் (Artery) இரத்த அழுத்தத்தை (Blood pressure)யும் அதிகரிக்கின்றன. நோயாளி நன்கு தூங்கும்போது கூட இதயம் நிமிடத்திற்கு 100 முறை துடிக்கும். இதன் காரணமாகப் படபடப்பு ஏற்படுகிறது. இதயத்தின் அளவு கூட விரிந்து காணப்படும்.

சற்று வயதான நோயாளிகளுக்கு இதய மேலறை (Artium) சுருங்கி விரியும்போது இலய மாறுபாடு (Fibrillation), இதய முணுமுணுப்பு (Murmurs) போன்றவை ஏற்படும். சில நோயாளிகளின் மின் இதய வரைபடத்தில் (Electrocardiograph - ECG) டி-அலை (T-Wave) சற்று உயர்ந்து காணப்படும். இதய இலய மாறுபாடு அதிகரிக்கும்போது இதய அடைப்பு (Heart block) ஏற்பட்டு நோயாளி மயங்கி விழக் கூடும்.

(ஆ) இரண்டாம் நிலை அதி தைராய்டியக்கம்

இவ்வகை நோயாளிகளின் தைராய்டு சுரப்பியினுள்ளே கட்டி (Adenoma) தோன்றிப் பெரிதாகிக் கொண்டே வருவதால் கழலை போன்ற தோற்றம் உண்டாகிறது. இக்கட்டி குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் வளர்ந்து விடும் போது அருகிலுள்ள தைராய்டு திசுக்களைத் தூண்டி அதிக அளவில் தைராக்சின் சுரக்கும்படி செய்துவிடுகிறது. பொதுவாக 60 வயதிற்கு மேற்பட்டோரே இதனால் அதிகம் பாதிக்கப்படுகிறார்கள்.

நோயின் பாதிப்புகள்

இவ்விரண்டாம் வகையில் அதிகம் பாதிப்பிற்குள்ளாகுபவை இதயமும் நரம்பு மண்டலமும் தான். விழி அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்றாலும் இந்நோய் கண்டவரின் கண்களில் ஒருவித அச்ச உணர்வைக் காணலாம். எதையோ கண்டு மிரள்வது போல் விழிகள் தோற்றமளிக்கும்.

முதல்நிலை அதி தைராய்டியக்கத்தில் ஏற்படுவது போலவே இதிலும் மிதமிஞ்சிய சோர்வு, படபடப்பு, தசைகளில் தளர்ச்சி போன்றவை தோன்றும். மார்பினுட்புறவலி (Pre - cardial pain) தோன்றலாம். படிப்படியாக எடை குறையும், திடீரென அதிகரிக்கும், மீண்டும் குறையும். தைராய்டு சுரப்பி பருத்துக் கட்டியுடன் சேர்ந்து மூச்சுக்குழலை அழுத்துவதால் நோயாளிக்குத் தொடர்ச்சியாக இருமல் தோன்றி மூச்சு விடவும் சிரமப்படலாம்.

சிகிச்சை

இவ்விரண்டு வகைகளுக்கும் மூன்று வகையான சிகிச்சை முறைகள் செய்யப்படுகின்றன.

(அ) தைராய்டு சுரப்பியின் செயல்திறனை முறிக்கும் 'தைராய்டு எதிர் மருந்துகள்' (Anti - thyroid drugs) உட்கொள்ளுதல்.

ஆ) அறுவைச் சிகிச்சை (Surgery)

இ) கதிரியக்க அயோடின் சிகிச்சை (Radioactive Iodine therapy)

தைராய்டு எதிர் மருந்துகள் பொதுவாக நோயின் தொடக்கக் கட்டத்திலும், கருவுற்ற பெண்களுக்குமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மெத்தில் மற்றும் புரோபைல் தயோ யூராசில் (Methyl & Propyl thio uracil), கார்பிமசோல் (Carbimazole) போன்ற மருந்துகள் அயோடின் மூலக்கூறுகள் தைரோசின் அமிலத்துடன் இணைவதைத் தடுக்கும் திறனுடையவை. பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட் (Potassium perchlorate) மருந்து தைராய்டு சுரப்பி அயோடினை உறிஞ்சுவதையே தடுத்துவிடுகின்றது. ஆனால் இவற்றைத் தொடர்ச்சியாகவும் அதிகமாகவும் உபயோகித்தால், காய்ச்சல், தோல்புள்ளிகள், வாந்தி, மண்ணீரல் (Spleen) பெருக்கம், கை கால்களில் தடிப்புகள் தோன்றுதல் போன்ற

பக்க விளைவுகள் ஏற்படும். கருவுற்ற பெண்கள் அதிக மாக உபயோகித்தால் கருவிலிருக்கும் குழந்தை பாதிக் கப்பட்டுக் கழலையுடன் பிறந்து குறை தைராய்டியக்கத் தால் அவதியுறும். இம்மருந்துகளைச் சாப்பிடும் தாய் மார்கள் குழந்தைக்குப் பாலூட்டுதல் கூடாது.

அறுவைச் சிகிச்சை பொதுவாக 30 முதல் 45 வயதிற் குட்பட்டோருக்கே செய்யப்படுகிறது. அறுவைக்கு முன் நோயாளி மிகுந்த சத்துள்ள (High calorific) உணவு சாப்பிட வேண்டியது அவசியம். இச்சிகிச்சை யின்போது தைராய்டு சுரப்பி அகற்றப்படுகிறது. தைராய்டு சுரப்பியிலேயே ஒட்டியபடி காணப்படும் பாரா தைராய்டு சுரப்பி (Parathyroid gland) அகற்றப் படுமானால் டெட்டானி (Tetany) என்ற நோயும், மூச்சுக்குழலின் பின்புறம் இரத்தம் ஒழுகுதல், சில கழுத்து நரம்புகள் பாதிக்கப்பட்டுக் குரல் கொடூர மாதல் போன்ற தீங்குகளும் அறுவைச் சிகிச்சையின் வேண்டத்தகா விளைவுகளாகக் கூடும்.

கதிரியக்க அயோடின் சிகிச்சை

இரத்தத்தில் அயோடின் அளவு அதிகரித்தால் தைராக்சின் சுரப்பு ஓரளவுக்கு அதிகரிக்கிறது. ஆனால் அதே வேலையில் அதி தைராய்டியக்கத்தின் போது அயோடின் உடலில் செலுத்தப்படுமாயின் தைராக்சின் சுரப்பு மேலும் அதிகரிக்காமல் குறைய ஆரம்பிக் கின்றது. ஏனெனில் அயோடின் தைராய்டு சுரப்பியின் வீரியத்தைக் குறைத்து தைராக்சின் இரத்தத்துடன் கலப்பதைத் தடுத்துவிடும் ஆற்றலுடையது. இந்நிலை காணப்படுவது அதி தைராய்டியக்கத்தின் போதுதான்.

இதை அடிப்படையாகக் கொண்டதே கதிரியக்க அயோடின் சிகிச்சை முறை. கதிரியக்க அயோடின் (I^{131}) உடலில் செலுத்தப்பட்டதும் தைராய்டு சுரப்பி அதை உறிஞ்சிக் கொள்கிறது. ஆனால் இவ்வயோடினோ கதிரியக்கத் தன்மை வாய்ந்ததாகையால் சுரப்பி யினுள்ளே இருந்தபடியே பீட்டா கதிர்கள் (Beta rays) எனப்படும் சக்தி வாய்ந்த துகள்களை வெளியிட்டு த் தன்னைச் சுற்றியுள்ள தைராய்டு திசுக்களைத் தாக்கிச் செயலற்றதாக்கி விடுகிறது. மேலும் இக்கதிரியக்க அயோடின் பிட்யூட்டரி சுரப்பியையும் தாக்கி அது தைராய்டைத் தூண்டும் உயிர்வினை ஊக்கியைச் சுரக்க விடாமல் செய்து விடுகிறது. ஆகையால், இச்சிகிச்சை கருவுற்ற பெண்களுக்கு அளிக்கப்படுவதில்லை.

பொதுவாகக் கதிரியக்க அயோடின் சிகிச்சை 50 வயதிற்கு மேற்பட்டோருக்கே தரப்படுகிறது. இச்சிகிச் சையால் இரத்தத்தில் வெள்ளை அணுப்புற்று நோயும் (Leukemia), புற்று நோயும் (Carcinoma) தோன்றலா மென்று மருத்துவர்கள் கருதினாலும் அவை இன்னமும் நிருபிக்கப்படவில்லை.

அதி தைராய்டியக்கம் வேகமாக இயங்கும் நோயாக இல்லாவிடினும் தொடக்கக் கட்டத்திலேயே சிகிச்சை யளிக்கப் பட வேண்டிய ஒன்றுதான். முறையாகக் கவனிக்காமல் விட்டுவிட்டோமானால் இதய அடைப்பு, பார்வை பறிபோதல் போன்ற அபாயகரமான விளைவு கள் ஏற்பட்டுவிடும்.

நூலோதி

1. **K. Das,** *Clinical Methods in Surgery,* Published by **Dr. S. Das,** 13, Old Mayor's Court, Calcutta-700 005 1981.
2. **Stanley, L. Robbins & Ramzi S. Cotran** *Pathologic Basis of Disease,* Published by W.B. Saunder's International Co., Philladelphia U.S.A., 1972.
3. **Dr. R. S. Satoskar & Dr. S. Bhandarkar,** *Pharmacology and Pharmacotherapeutics,* Published by Popular Prakashan Ltd., Bombay-400 034 1978.
4. **Rustom Jal Vakil,** *Text Book of Medicine,* Published by Physician's Association of India, New Delhi 1980.

அதிநுண்ணுயிர்

நுண்ணுயிர்களைவிட அளவில் சிறியதாய் மனிதன், மிருகம், பூச்சிகள், நுண்ணுயிர்கள் போன்ற யாவற்றை யும் தொற்றி நோய் உண்டாக்க வல்லதாய் உள்ளதே அதிநுண்ணுயிராகும் (Viruses).

இது ஓரணு உயிர் (Uni-cellular) ஆகும். ஆனால் ஓரணு, உயிரணுக்களிலுள்ள நியூக்ளிக் அமிலங்களான டி. என். ஏ (Deoxy-Ribo-Nucleic acid), ஆர். என். ஏ (Ribo-nucleic acid) போன்றவைகளும், புறச்சுவரும் (Cell wall) அதிநுண்ணுயிர்களில் கிடையாதாகையால் இரு சமப்பிளவு (Binary fission) முறை மூலம் இவற்றில் இனப்பெருக்கம் இயலாது. இவற்றுள் நொதிகளை (Enzyme) உண்டாக்கும் திறன் கிடையாதாகையால் இவற்றால் புரதம், நியூக்ளிக் அமிலம் போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்ய இயலாது. ஆகையால் இவை தமது இனப்பெருக்கத்திற்கு ஓம்பு உயிரணுக்களையே (Host cells) சார்ந்துள்ளன. நுண்ணுயிர்களைப் பாதிக்கும் நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள் (Antibiotics) அதிநுண்ணு யிர்களைப் பாதிப்பதில்லை.

1935ஆம் ஆண்டு ஸ்டேன்லி என்னும் ஆய்வாளர் அதிநுண்ணுயிர்களைப் படிகமாக்கிக் (Crystal) காட்டி னார். 1656ஆம் ஆண்டு கெய்ரர் (Girer), ஸ்ராம் (Schramm) என்ற இரு ஆய்வாளர்கள் அதிநுண்ணுயிர் களிலிருந்து தொற்றக்கூடிய நியூக்ளிக் அமிலத்தை (Infectious nucleic acid) கண்டு அதன் மூலம் ஓம்பு உயிரணுக்களைத் தொற்ற வைத்து அதிநுண்ணுயிர்

களின் பின்னோடிகளை (Progeny) அவற்றுள் உருவாக்கிக் காட்டினார். இதனால் அதிநுண்ணுயிர்கள் ''உயிருள்ள வேதியியல் பொருள்கள்'' (Living chemicals) எனப்பட்டன.

அதிநுண்ணுயிர்களின் மருத்துவ முக்கியத்துவம், அவை மனிதனுக்குப் பலவகை நோய்களை உண்டாக்குவதாலேயே ஏற்பட்டது. இவை உலகில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்டும் காணப்படுபவையாகவும் (எ.கா. ஆர்போ அதிநுண்ணுயிர்—(Arbo virus), உலகம் முழுவதும் பரவி நிற்பவையாகவும் இருவகையாக (எ. கா. ஹெர்பீஸ் சிம்ப்ளக்ஸ்—(Herpes Simplex) உள்ளன.

அதிநுண்ணுயிர்களின் அளவு

உயிரணுக்களின் வெளியே உள்ள, தொற்றக் கூடிய அதிநுண்ணுயிர்ப் பகுதிக்கு வைரியான் (Virion) எனப் பெயர். மிக நுண்ணிய வடிப்பானையும் ஊடுருவக் கூடிய தன்மையினால் இவை நுண்ணுயிரினின்றும் இனங்கண்டு கொள்ளப்பட்டன. இவற்றைப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் நுண்ணோக்கியினால் காண இயலாது; மிக்க ஆற்றல் கொண்ட மின்னணு நுண்ணோக்கியினால் (Electron microscope) மட்டுமே காண இயலும். ஆயினும் பெரிய அதி நுண்ணுயிரான பாக்ஸ் அதிநுண்ணுயிரை (Pox virus), சாதாரண நுண்ணோக்கியினால் காண இயலும்.

அதிநுண்ணுயிர்களில் மிகப் பெரியதான பாக்ஸ் அதிநுண்ணுயிர் 300 nm என்ற அளவில் நுண்ணுயிர் மிகச் சிறியதான மைக்கோபிளாஸ்மா (Myco plasma) வின் அளவை ஒத்துள்ளது. மிகச் சிறியவையான வாயையும், காலையும் பாதிக்கும் அதிநுண்ணுயிர்கள் (Foot & Mouth disease virus) 20 nm என்ற அளவில் அமைந்துள்ளன.

இவற்றின் அளவினை அளவிடப்பட்ட கொலாய்டல் சவ்வு வடிப்பான் (Colloidal membrane), மிக நுண்ணிய மைய நீக்கிக் கருவி (Ultra-centrifuge) இவற்றின் துணை கொண்டு அளந்து வந்தனர். ஆனால் மின்னணு நுண்ணோக்கிக் கருவி வந்தவுடன் மிகத் துல்லியமாக இவற்றின் அளவினைக் கணக்கிட முடிந்தது.

உடலமைப்பும் கட்டமைப்பும்

வைரியானில், நியூக்ளிக் அமிலப் பகுதியும் அதைச் சுற்றி கேப்சிட் (Capsid) எனும் ஒரு புரத உறையும் உள்ளன. நியூக்ளிக் அமிலமும், கேப்சிடும் இணைந்து நியூக்ளியோ கேப்சிட் (Nucleo capsid) எனப்படும். கேப்சிட், கேப்சோமெர் (Capsomer) எனும் பல சிறிய பகுதிகளாலும், பாலிபெப்டைட் (Polypeptide) மூலக் கூறுகளாலும் ஆனது. கேப்சிட் நியூக்ளிக் அமிலத்தை நியூக்ளியேசஸிடமிருந்தும் (Nucleases), வெளி அபாயங்களிலிருந்தும் காக்கிறது. கேப்சிட் இருவகை சமச்சீர்மை நிலைகளில் அமைந்துள்ளது. அவை ஐகோசாஹெட்ரல் (Icosahedral), ஹெலிக்கல் (Helical) என்பன. ஐகோசாஹெட்ரல் என்பது 12 முனைகளையும் முக்கோண வடிவையும் கொண்டது. ஐகோசாஹெட்ரல் கேப்சிட் இருவகை கேப்சோமர்களால் ஆனது. உச்சிப் பகுதியில் ஐந்து பக்க வடிவத்தாலும், பக்கங்களில் ஆறுபக்க வடிவத்தாலும் ஆனது. ஐந்து பக்க வடிவ கேப்சேமெர் எப்பொழுதும் 2 எண்ணிக்கையிலும், ஆறுபக்க வடிவ கேப்சோமெர் மாறுபாடுடைய எண்ணிக்கையிலும் அமைந்திருக்கின்றன. சமச்சீரில் திருகு குழல் வடிவில் அமைந்த நியூக்ளியோ கேப்சிடில் கேப்சோமெர்களும் நியூக்ளிக் அமிலமும் ஒன்றாகப் பிணைந்துள்ளன. இந்தக் குழல் புகையிலை மொசைக் அதிநுண்ணுயிரில்(Tobacco mosaic virus) கடினமாயும், விலங்கு அதிநுண்ணுயிர்களில் வளையக் கூடியதாகவும், சுருண்டு கொள்ளக் கூடியதாகவும் அமைந்துள்ளது. எல்லா அதிநுண்ணுயிர்களும் இந்த இரண்டு வடிவுகளில் மட்டும் அமையவில்லை. பாக்ஸ் அதிநுண்ணுயிர்கள் போன்றவை மிகவும் சிக்கலான (Complex symmetry) உருவமைப்புடையவை.

வைரியான்கள் மேலுறை கொண்டோ, அன்றி இல்லாமலோ இருச்கக்கூடும். இவை கொழுப்புப் புரத (Lipo-protein) உயிரணுக்களின் புறச் சுவரிலிருந்து உண்டாகுபவையே. கொழுப்புப் பகுதி ஓம்பு உயிரணுவிருந்தும், புரதப்பகுதி வைரியானிலிருந்தும் பெறப்பட்டவை. புரதப்பகுதி சில வைரியான்களில் முள் போன்று வெளியே நீண்டிருக்கும். இதற்கு பெப்லோமெர் (Peplomer) எனப் பெயர். இப்பெப்லோமெர் இன்புளூயன்சா போன்றவற்றுள் முக்கோணம், காளான் என்ற இரு வடிவுகளில் அமையக் கூடும். இம்மேலுறையே அதிநுண்ணுயிரின், நோய் உண்டாக்கும் திறனுக்கும், வேதியியல் பண்பிற்கும், உயிரியல் பண்பிற்கும் காரணமாகிறது. அடினோ அதிநுண்ணுயிர் (Adeno virus) போன்ற சிலவற்றுள் நார் போன்ற பொருள்கள் உச்சியிலிருந்து வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

அதிநுண்ணுயிர்கள் மாறுபாடுடைய உடலமைப்பைக் கொண்டவை. விலங்கின அதி நுண்ணுயிர்கள் ஓரளவு உருண்டை வடிவிலும், பாக்ஸ் அதிநுண்ணுயிர்கள் செங்கல் வடிவிலும், புகையிலை மொசைக் அதிநுண்ணுயிர்கள் கம்பி வடிவிலும் அமைந்துள்ளன.

வேதியியற் பண்பு

அதிநுண்ணுயிரில் டி-ஆக்சி ரைபோ நியூக்ளிக்அமிலம், ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம் இவற்றுள் ஏதாவதொன்று மட்டுமே காணப்படும். அதிநுண்ணுயிர்கள்,∴பீனால் (Phenol), சவர்க்காரம் (Detergent) முதலியவற்றுடன் வினைபுரியின் நியூக்ளிக் அமிலம் மட்டும் விடுவிக்கப் படும. இவை தனியாக ஓம்பு உயிரணுக்களைத் தொற்ற வல்லவை.

மேலும் அதிநுண்ணுயிர்கள் புரதம், கொழுப்பு, சிறிது மாவுப்பொருள் ஆகியவற்றையும் கொண்டவை. அதிநுண்ணுயிர்கள் நோதிகளை உண்டாக்கும் திற னற்றவை.

எதிர்ப்பாற்றல்

அதிநுண்ணுயிர்கள் பெரும்பாலும் வெப்பத்தைத் தாங்குவதில்லை. இவை 56°C வெப்பத்தில் சில நொடிகளும், 37°C வெப்பத்தில் சில நிமிடங்களும், 4°C வெப்பத்தில் சில நாட்களும் மட்டுமே செயலாற்ற வல்லவை; குறை வெப்ப நிலையில் நன்கு இயங்கும் தன்மை கொண்டவை. உலர் உறை முறையில் நெடுங் காலம் அதன் இயக்கத்திற்கு ஓய்வளித்து, வேண்டும் பொழுது நீரைக் கூட்டி இயக்கமளிக்கலாம். ஆயினும் போலியோ அதிநுண்ணுயிர் போன்ற சில, உலர் உறை முறையைத் தாங்குவதில்லை.

அதிநுண்ணுயிர்கள் சூரிய ஒளி, புறஊதாக் கதிர் வீச்சு (Ultra-violet rays), அயனிக் கதிர்வீச்சு (Ionising radiation) போன்றவற்றால் இயக்கம் பெறுகின்றன. அதிநுண்ணுயிர்கள் நொதியற்று இருப்பதால் நுண்ணு யிர்களைக் காட்டிலும் வேதியியல் தொற்று நீக்கிகளை (Disinfectants) எதிர்க்கவல்லவை; 50% கிளிசரால் சலைன் (Glycerol saline), மோலார் அடர்த்தி நிலை யில் (Molar concentrations), மெக்னீசியம் குளோரைடு ($MgCl_2$), சோடியம் சல்பேட் (Na_2SO_4) போன்ற சில உப்புகள், போலியோ, வேக்சைனா, ரேபீஸ் அதிநுண் ணுயிர்களைக் காக்க வல்லவை. ஆக்சிஜனேற்ற வினைப் பொருள்களான ஹைட்ரஜன்-பெர்-ஆக்சைட் (Hydrogen peroxide), பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் (Potassium permanganate), ஹைப்போ குளோ ரைட்ஸ் (Hypochlorites), கரிம அயோடின் சேர்மங் கள் போன்றவை அதிநுண்ணுயிர்க்கு எதிரான தொற்றுத் தடுப்பியாகச் செயல்பட வல்லவை. குளோரின் ஏற்றம் (Chlorination) ஓரளவிற்கு அதி நுண்ணுயிர்களைத் தடைசெய்யவல்லது. பார்மால்டி ஹைடும் (Formaldehyde), பீட்டா புரோப்பியா லேக்டோனும் (Beta-Propialactone) அதிநுண்ணுயிர் களைத் தீவிரமாக அழிக்கவல்லவையாதலால், இவை அழிந்த அதிநுண்ணுயிர் தடுப்பு மருந்து (Killed viral vaccines) செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. ஈதர் (Ether), குளோரோஃபார்ம் (Chloroform), பித்த உப்புகள் (Bile salts) போன்றவை மேலுறை கொண்ட அதிநுண்ணுயிர்களை மட்டும் பாதிக்கின்றன.

நுண்ணுயிர்களைப் பாதிக்கும் நுண்ணுயிர்க் கொல்லி கள் (Antibiotics) அதிநுண்ணுயிர்களைப் பாதிப்ப தில்லை. இச்செயற்பாடு அதிநுண்ணுயிர்களை மட்டும் தனிமைப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகிறது.

அதிநுண்ணுயிர் வழி இரத்த அணுத்திரட்சி

சில அதிநுண்ணுயிர்கள் இரத்தத்தை உறையச் (Haemagglutination) செய்கின்றன. குறிப்பாக இன்ப்ளு யன்சா அதிநுண்ணுயிரின் மேலுறையில் உள்ள ஹீம்சுக் ளூட்டினின் பெப்ளோமெர், இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் மேல்பரப்பில் உள்ள ஏற்பிகளுடன் (Receptors) இணைந்து இரத்தத்தை உறையச் செய்கின்றன. இன்ப்ளூயன்சா அதிநுண்ணுயிரின் மேலுறையிலுள்ள வேறுவகை பெப்ளோமெரான நீயூராமினிடேஸ் (Neuraminidase) ஏற்பிகளைச் சிதைத்து, அதிநுண்ணியிர் களைச் சிவப்பணுக்களிலிருந்து விடுவிக்கின்றன. இரத் தத்தை உறைய வைக்கும் இத்தன்மை இன்ப்ளூயன்சா அதிநுண்ணுயிர்களை இனங்காணப் பயன்படுகிறது. பாக்ஸ், ஆர்போ (Arbo) அதிநுண்ணுயிர்களிடத்திலும் இப்பண்பு காணப்படுகின்றது.

அதிநுண்ணுயிர்-இனப்பெருக்கம்

அதிநுண்ணுயிர்களின் மரபுவழிச் செய்திகள் நீயூக்ளிக் அமிலத்தில் அடங்கியுள்ளன. ஆனால் இவற்றுள் நொதி களை உண்டாக்கும் திறன் கிடையாதாகையால் இவை தமது இனப்பெருக்கத்திற்கு ஓம்பு உயிரணுக் களையே சார்ந்துள்ளன. இவ்வாறான இனப்பெருக்கம் கீழ்க்கண்ட ஆறு நிலைகளில் நடைபெறுகின்றது.

புற உறிஞ்சல் (Adsorption)

அதிநுண்ணுயிர் ஓம்பு உயிரணுக்களுடன் ஈர்ப்பு இருப்பின் மட்டுமே இணைகிறது. மேலும் ஓம்பு உயி ரணுக்கள் மேற்பரப்பில் குறிப்பிட்ட ஏற்பிகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். இன்ப்ளூயன்சா அதிநுண்ணு யிரின் ஹிமோஅக்ளூட்டினின், ஓம்பு உயிரணுக்களின் க்ளைகோ புரத (Glyco protein) ஏற்பிகளுடனும், போலியோ அதிநுண்ணுயிர்கள் லைப்போ புரத (Lipo protein) ஏற்பிகளுடனும் இணைகின்றன. பைக்கோ ஆர்.என்.ஏ அதிநுண்ணுயிர்களிடமிருந்து பிரித்து எடுக் கப்பட்ட நியூக்ளிக் அமிலம் எலிகளின் ஓம்பு உயிரணுக் களைத் தொற்றவல்லது. ஆனால் முழு அதிநுண்ணு யிர்களால் இயலாது. இச்செயல் புறஉறிஞ்சல் நிலை மீறப்படுவதால் ஏற்படுகிறது.

உட்புகுதல் நிலை (Stage of penetration)

நுண்ணுயிர்களின் புறச்சுவர் கடிதானதால் நியூக்ளிக் அமிலத்தால் மட்டுமே உட்புக முடிகிறது. ஆனால் விலங்குகளின் ஓம்பு உயிரணுக்களின் புறச்சுவர் மென்மையானதால் முழு அதிநுண்ணுயிரும் உட்புக முடிகிறது. மேலுறை கொண்ட அதிநுண்ணுயிர்கள் பிளாஸ்மா சவ்வுடன் (Plsama membrane) இணைந்து நியூக்ளியோ கேப்சிடை மட்டும் ஓம்பு உயிரணுக்களுள் விடுவிக்கின்றன.

மேலுறை நீக்கம்(Uncoating)

இந்நிலையில் அதிநுண்ணுயிர்கள் தங்கள் மேலுறை யையும், கேப்சிடையும் ஓம்பு உயிரணுக்களின் லைசோ சோமல் (Lysosomal) நொதியின் உதவியால் கழற்றிக் கொண்டு நியூக்ளிக் அமிலத்தை மட்டும் உள்ளே அனுப்புகின்றன.

உயிரிய ஆக்கம்(Bio Synthesis)

இந்நிலையில் நியூக்ளிக் அமிலம் கேப்சிட் புரதம் மட்டுமல்லாது அடுத்த இரு நிலைகளுக்குத் தேவையான நொதிகளும் ஓம்பு உயிரணுக்களுள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. பொதுவாக டி.என் ஏ அதிநுண்ணுயிர்களின் நியூக்ளிக் அமிலம் ஒம்பு உயிரணுக்களின் உட்கருவிலும், ஆர்.என்.ஏ அதிநுண்ணுயிர்கள் ஓம்பு உயிரணுக்களின் சைட்டோ-பிளாசத்திலும் (Cytoplasm) உற்பத்தியாகின்றன. பாச்ஸ், பாரமிக்சோ அதிநுண்ணுயிர் (Paramyxo virus), ஆர்தோமிக்சோ அதிநுண்ணுயிர் (Orthomyxo virus), லிகா(Leuho viruses) போன்றவை இந்நடைமுறையினின்றும் மாறுபட்டவை.

அதிநுண்ணுயிர்களின் புரதம் ஓம்பு உயிரணுக்களின் சைட்டோபிளாசத்தில் மட்டுமே உற்பத்தி செய்யப் படுகிறது.

முதிர்ச்சியடைதல் (Maturation)

வைரியான் பகுதிகள், ஓம்பு உயிரணுக்களின் உட்கருவிலோ, சைட்டோபிளாசத்திலோ ஒன்று கூடி முழுமை பெறுகின்றன. ஹெர்பீஸ், அடினோ அதிநுண்ணுயிர்கள் உட்கருவிலும, பாக்ஸ், பைக்கோ ஆர்.என்.ஏ. அதிநுண்ணுயிர்கள் சைட்டோபிளாசத்திலும் கூடுகின்றன. மேலுறை ஓம்பு உயிரணுக்களின் புறச்சுவரிலிருந்தும் உண்டாகிறது. ஹெர்பீஸ் அதிநுண்ணுயிர் மேலுறையை உட்கருச் சுவரிலிருந்து (Nuclear membrane) பெறுகிறது.

வெளியேற்றம் (Release)

நுண்ணுயிர்களைப் பாதிக்கும் அதி நுண்ணுயிர்கள் ஓம்பு நுண்ணுயிர்களை அழித்துப் பின் வெளியேறுகின்றன. ஆனால் விலங்கின அதிநுண்ணுயிர்கள் ஓம்பு உயிரணுக்களை அழித்து வெளியேறுவதில்லை. ஓம்பு உயிரணுக்கள் இவற்றால் பாதிக்காது பிரியும் பொழுது, புதிதாக உண்டாகிய உயிரணுக்களிலும் வைரியான் பகுதிகள் காணப்படும். போலியோ அதிநுண்ணுயிர்கள் ஓம்பு உயிரணுக்களை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன.

உட்புகல் நிலையிலிருந்து, வெளியேறும் நிலைவரை வைரியான் காணப்படாமல் மறைந்தேயுள்ளது. இந்நிலைக்கு 'மறைவுக்காலம்' (Eclipse phase) எனப் பெயர். இந்த மறைவுக் காலம் நுண்ணுயிர்களைப் பாதிப்பவைகளுக்கு 15-30 நிமிடங்களும், விலங்கின அதிநுண்ணுயிர்களுக்கு 15-30 மணி நேரங்களுமாகும். தொற்றப்பட்ட ஓர் ஓம்பு உயிரணு அதிக முன்னோடி வைரியான்களை வெளியேற்றுகின்றது.

குறை இனப்பெருக்கம்

சில நேரங்களில் முன்னோடி வைரியான்கள் மிகவும் குறைவதால் தொற்றும் தன்மையை இழந்து நிற்கும். இது மட்டுமின்றி ஓம்பு உயிரணுக்களுள் உயிரிய ஆக்கம், முழுமையடைதல், வெளியேற்றம் போன்ற நிலைகளில் குறையேற்பட்டுக் குறைத் தொற்றாகிப் போவதும் (Abortive infection) உண்டு.

அதிநுண்ணுயிர் வளர்ப்பு

அதிநுண்ணுயிர்கள் உயிரணுக்களில் மட்டுமே வாழும் வகையாதலால், செயற்கை வளர் ஊடகங்களில் (Culture media) அவற்றை வளர்க்க இயலாது. ஆகவே அவற்றை விலங்குகள், முட்டைகள், திசு இவற்றில் மட்டுமே வளர்த்து ஆய்வு செய்ய இயலும்.

விலங்குகளில்

பழைய முறையில் மனிதருள் இவை வளர்க்கப்பட்டு ஆய்வு செய்யப்பட்டன. ஆனால் அதிலுள்ள அபாயத்தைக் கருதி, பிறகு குரங்கினுள் வளர்த்து ஆய்வு செய்தனர். பின் எலிகளுள் ஆய்வு செய்யத் தொடங்கி அதுவே இன்னும் தொடர்கிறது. சில வேளைகளில் முயல், கின்யா பன்றிகள், மரநாய் போன்றவைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

முட்டைகளில்

கோழி முட்டை அதிநுண்ணுயிர்களுக்கு ஒரு நல்ல வளர்களமாகும். முட்டையிலுள்ள கருப்பைப் புறத்தோல் (Chorio allantoic membrane), கருவுறுப்பு (Allantoic cavity), கருசூழ்நார்ப்பை (Amniotic sac), கருஉணவுப்பை (Yolk sac) போன்றயாவற்றிலும் அதிநுண்ணுயிர்கள் நன்கு வளர்கின்றன. இது தடுப்பு மருந்து (Vaccines) செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. வாத்து முட்டையும் இதற்குப் பயன்படுகிறது.

திசுக்களில்

ஒரு தனி உறுப்பில் அதிநுண்ணுயிரை வளர்க்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக மூச்சுக்குழல வளையம் (Tracheal ring) கொரொனா அதிநுண்ணுயிர்களையும் (Corona virus), நுரையீரலைப் பாதிக்கும் அதிநுண்ணுயிர்களையும் தனிமைப்படுத்தப் பயன்படுகின்றது. புரதத்தை அழிக்கும (Proteolytic enzyme), டிரிப்சின் (Trypsin) போன்ற நொதிகளின் திசுவுடன் வினைபுரிந்து தனித் தனி உயிரணுக்களாகப் பிரிகின்றன. பின்னர் இவை நன்கு கழுவப்பட்டு, எண்ணப்பட்டு வளர்களத்தில் மிதக்கவிடப்படுகின்றன. இது அதிநுண்ணுயிர்கள் வளர்வதற்கேற்ற நல்ல சூழ்நிலையாக அமைகிறது.

அதிநுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சியைக் கீழ்க்கண்டவற்றைக் கொண்டு அறிந்து கொள்ளலாம். அதிநுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சியினால் உயிரணுக்களில் சிதைவோ, அழிவோ, மாற்றங்களோ காணப்படும். இயல்பான நிலையில் உயிரணு வளர் ஊடகம் வளர்சிதை மாற்றத்தினால் அமிலத்தன்மை கொண்டதாகவே இருக்கும். ஆனால் இந்நிலை அதிநுண்ணுயிர்களால் பாதிக்கப்படுகிறது. இனப்ளூயன்சா போன்ற அதிநுண்ணுயிர்கள் வளரும்போது அவற்றுடன் சிவப்பணுக்

களைச் சேர்த்தால் இரத்தம் உறைதல் ஏற்படும்; புற்று நோயை உண்டாக்கும் அதிநுண்ணுயிர்களாயின் (Oncogenic virus) வளர் ஊடகத்தில் சிறுசிறு கட்டி களை ஏற்படுத்தும்.

அதிநுண்ணுயிர் வகை

*1950*ஆம் ஆண்டுவரை அதிநுண்ணுயிர்கள் சரியான படி வகைப்படுத்தப்படவில்லை. மனிதர்களைப் பாதிப் பவைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தினர்:

தோலைப் பாதிப்பவை (Dermotrophic)-பெரி யம்மை, சின்னம்மை, மீசில்ஸ் அதிநுண்ணுயிர்கள். நரம்பு மண்டலத்தைப் பாதிப்பவை (Neurotrophic)- போலியோ, ரேபீஸ் அதிநுண்ணுயிர்கள்.

மூச்சுக்குழல், நுரையீரலைப் பாதிப்பவை (Pneumo-trophic)-இன்ப்ளூயன்சா.

உள்ளுறுப்புகளைப் பாதிப்பவை (Viscerotrophic)- மஞ்சள் காய்ச்சல், ஈரல் அழற்சி.

ஆனால் இம்முறையில் மாற்ற மேற்பட்டு அவற்றுள் அடங்கியுள்ள நியூக்ளிக் அமிலத்தைக் கொண்டு அவற்றை ஆர்.என்.ஏ அதிநுண்ணுயிர்கள் எனவும், டி.என்.ஏ அதிநுண்ணுயிர்கள் எனவும் பிரித்தனர். இம்முறையே தற்பொழுது வழக்கத்தில் இருந்து வரு கிறது.

அதிநுண்ணுயிர்களால் ஓம்பு உயிரணுக்களுள் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

அதிநுண்ணுயிர்கள் ஓம்பு உயிரணுக்களுள் பல் வகை மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி நோய் உண்டாக்கு கின்றன.

ஓம்பு உயிரணுக்களை அழிக்கும் வினை (Cytoci-dal effect) (போலியோ அதிநுண்ணுயிர்கள்).

ஓம்பு உயிரணுக்களில் சிதைவை ஏற்படுத்தல் (Cytolysis)

ஓம்பு உயிரணுக்களின் பெருக்கம் — மொலஸ்கம் காண்டேஜியோசம் (Molluscum contagiosum).

புற்று நோய் மாற்றம் — (Oncogenic virus)

சில நேரங்களில் ஓம்பு உயிரணுக்களில் எவ்வித மாற்ற மும் ஏற்படாமல் இரண்டும் இணைந்து வாழும் நிலை யும் உண்டு. அதிநுண்ணுயிர்கள் தொற்றிய ஓம்பு உயி ரணுக்களுள் உட்படு பொருள் (Inclusion bodies) காணப்படுகின்றது. உட்படு பொருள்களின் அளவு, அமைப்பு, நிறமேற்றத் தன்மை போன்றவற்றை நுண் ணோக்கியின் மூலம் தெளிவாக அறியலாம். உட்படு பொருள்கள், பாக்ஸ் அதிநுண்ணுயிர்கள் போன்று சைட்டோபிளாசத்திலோ, ஹெர்பீஸ் போன்று உட் கருவிலோ, மீசில் போன்று இரண்டிலுமோ காணப்பட லாம். இவை பொதுவாக அமில ஏற்பிகள் (Acidophi-lic) ஆகும். அடினோ அதிநுண்ணுயிர் போன்ற சில கார ஏற்பி (Basophilic) உட்படு பொருள் ஆய்வு அதி நுண்ணுயிர்களை இனங்காணப் பயன்படுகிறது.

ரேபீஸ் நோயில் மூளையில் 'நீக்ரி' உட்படுபொருளும் (Negri bodies), வேக்சைனா நோயில் குவர்நிரி உட்படு பொருளும் (Guarnieri bodies), கோழி அம்மையில் போலிங்கர் உட்படு பொருளும் (Bollinger bodies), மொலஸ்கம் கன்டேஜியோசம் நோயில் மொலஸ்கம் உட்படு பொருளும் (Molluscum bodies) காணப்படு கின்றன. இந்த உட்படு பொருள் *1934*இல் கௌட்ரி (Cowdry) என்பவரால் கௌட்ரி வகை 'A', கௌட்ரி வகை 'B' என இருவகையாக்கப்பட்டது.

உடலில் பரவல்

நுண்ணுயிர்கள் பொதுவாக மூச்சுக்குழல், உணவுப் பாதை, தோல், விழிவெளிப் படலம், பாலுறுப்புகள் வழியாகவே உடலுள் நுழைகின்றன. எலி அம்மை அதி நுண்ணுயிர் (Mouse pox) தோல்வழி உடலில் நுழைந்து நிணநீர் நாளங்கள் (Lymphatics) வழியாக நிணநீர் முடிச்சுகளை அடைந்து பின், இனப்பெருக்கம் கொள் கிறது. இவை பின், இரத்தம் வழி, கல்லீரல், மண்ணீரல் போன்ற உறுப்புகளையும், இலக்கு உறுப்புகளையும் சென்றடைகின்றன. அதிநுண்ணுயிர்களின் அடைவுக் காலம் (Incubation period) ஒவ்வொன்றுக்கும் வேறு படுகிறது.

வெள்ளணுக்கள் அதி நுண்ணுயிர்களிடமிருந்து உடலைக் காப்பதில்லை. மேக்ரோபேஜ் (Macrophage), அணுக்களே அதிநுண்ணுயிர்களை உடலிலிருந்து வெளி யேற்றக் காரணமாகின்றன.

பொதுவாக உடல் காய்ச்சல் உடலை அதிநுண்ணுயிர் களினின்று காக்கிறது. கார்டிகோ ஸ்டீராய்டு மருந்து கள் (Corticosteriods) அதிநுண்ணுயிர்களை ஊக்கு விக்கும். உணவுக் குறை நிலையிலும் (Malnutrition), குறை வயது, அதிக வயது ஆகிய நிலைகளிலும் அதி நுண்ணுயிர் தொற்று மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றது.

இன்டர்ஃபெரான்

ஐசக்ஸ், லின்டின்மேன் (Isaccs&Lindenmann) என்ற இரு ஆய்வாளர்கள் அதிநுண்ணுயிர் தொற்றிய ஓம்பு உயிரணுக்களுள் இன்டர்ஃபெரான் எனும் புரதப் பொருளைக் கண்டுபிடித்தனர். ஓம்பு உயிரணுக்கள் அதிநுண்ணுயிரிடமிருந்து தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள இயற்கையாக அமைந்த தற்காப்பு முறையே இன்டர்ஃபெரான் உற்பத்தியாகும். இது லைப்பேஸ், ரைபோநியூக்ளியேஸ், டி ஆக்சிரைபோ நியூக்ளியேஸ் இவற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதன் pH மதிப்பு 2 இலிருந்து 10 வரை நிலைத்து நிற்கிறது. இவை விரை வேகச் சுழற்சி மைய விலக்குக் கருவியில் (விட்டோடி) (Centrifuge) படிவதில்லை. இவற்றின் மூலக்கூறு

எடை (Molecular weight) 12,000 இலிருந்து 100,000 வரை உள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட அதிநுண்ணுயிரின் தூண்டுதலால் உண்டான இன்டர்ஃபெரான் மற்ற சில அதிநுண்ணுயிர்களிடமிருந்தும் ஓம்பு உயிரணுக்களைக் காக்கிறது. மிகு வெப்ப நிலையில் இதன் உற்பத்தி அதிகரிக்கிறது. மிகு ஆக்சிஜன் அழுத்த நிலையும், ஸ்டீராய்டும் இதன் உற்பத்தியைக் குறைக்கவும் செய்கின்றன. அதிநுண்ணுயிர்களின் மரபு வழித் தொடர்பைத் தடுப்பதன் மூலமே இன்டர்ஃபெரான் அதிநுண்ணுயிர்களை எதிர்க்கிறது.

ஆய்வகவழி நோய் அறிதல்

மின்னணு உருப்பெருக்கி மூலம் உட்படு பொருள், வைரியான் பகுதிகள், இவற்றைக் காணலாம். காப்பு மூல ஒளிர்வு முறையும் (Fluorescent antibody techniques) நோயறியப் பயன்படுகிறது. மேலும் ஒளிர்வு முறையில் அதிநுண்ணுயிர்களின் ஆன்டிஜன்களையும் ஆய்வு செய்யலாம். ஊன்நீர் சோதனை (Serological test), வளர் ஊடகத்தில் வளர்த்தல் போன்ற முறைகளாலும் அதிநுண்ணுயிர்களை அறியலாம்.

தடுப்பு முறை :

நோய்த் தடுப்பு ஊன்நீர் (Vaccine) அதிநுண்ணுயிர் நோயிலிருந்து பாதுகாப்பளிக்கிறது. உயிரிய தடுப்பு ஊன்நீர் (Live vaccines) அழிந்த ஊன்நீரைக் (Killed vaccine) காட்டிலும் திறனாகச் செயலாற்ற வல்லது. எடுத்துக்காட்டு-பெரியம்மை, மஞ்சள் காய்ச்சல்.

சிகிச்சை முறை

அதிநுண்ணுயிர்களை நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள் பாதிப்பதில்லை. அதிநுண்ணுயிர் நோய்க்கு நல்ல மருத்துவ முறை இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. ஆயினும் அடமன்டனாமைன் (Adamantanamine), ரிஃபாம்பிசின் (Rifampicin), தையோசெமி கார்பசோன் (Thiosemicarbasone), ஐயடோடியாக்சியூரிடின் (Iododeoxy uridine), ட்ரைப்ளூரோ மீத்தைல்டீஆக்சியூரிடின் (Trifluoro methyl deoxyuridine), சைட்டோசின் அரபினோசைட்(Cytosine arabinoside) போன்ற மருந்துகள் ஓரளவிற்கு அதிநுண்ணுயிர் நோய்களில் பயன்படும். மூக்கின் வழி மனித இன்டர்ஃபெரானைச் செலுத்தி இன்ப்ளூயன்சா நோயினைத் தடுக்க இயலும்.

இ. ம.

நூலோதி

1. R. Ananthanarayan, C.K. Jayaram Panickar Orient Longmann-1980.

2. F.S. Stewart, T.S.I. Beswick *Bacteriology, Virology & Immunity for Students of Medicine* 10th Edition E.L.B.S. 1981.

அதி நுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி நோய்

கால்நடைகளிலேயே அதிக அளவில் மனிதராகிய நம்முடன் ஒட்டி உறவாடும் ஒரு கால்நடை எதுவெனில் நாய்தான்என்று கூறுவது மிகையாகாது. நம்மால் பராமரிக்கப்படும் நாய்களைத் தாக்கும் கொடிய நுண்ணுயிர்களால் ஏற்படும் நோய்கள் பல உள்ளன. அவற்றில் அதி நுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி நோய் என்று கூறப்படும் நோயும் ஒன்றாகும்.

அதி நுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி நோயினை Rubarth's disease or infectious canine hepatitis என்றும் ஆங்கிலத்தில் கூறுவர். இந்நோயினை உண்டாக்கும் அதி நுண்ணுயிர்கள் நாயினைத் தாக்கும் அடினோ அதி நுண்ணுயிர் (Adino virus) என்ற நுண்ணுயிர்ப்பிரிவைச் சார்ந்தவையாகும். இவ்வதிநுண்ணுயிர்கள் சிறப்பாக நாய்களை மட்டும் கடுமையாகத் தாக்குகின்றன.

அதி நுண்ணுயிரின் தன்மைகளும் அது பரவும் முறையும் இந்த அதி நுண்ணுயிர்கள் வெப்பத்தையும், அமிலத் தன்மையினையும் எதிர்த்து வாழும் தன்மை பெற்றவை. அதி நுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி நோயானது உலக முழுவதிலும் உள்ள எல்லாவித நாய்களிலும் காணப்படும் ஒரு நோயாகும். இந்த அதி நுண்ணுயிர்கள் சிறப்பாக ஈரலைப் பாதித்துப் பின் இரத்த உறைவுத் தன்மையினைப் பாதிப்பதனால் இந்நோய் அதி நுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி நோய் என்று வழங்கப் படுகிறது.

பொதுவாக இந்த அதி நுண்ணுயிர்கள் நாய்களின் உணவில் கலந்து, பின்பு உணவையும் நீரையும் அருந்தும்பொழுது உடலில் சென்று நோயினை உண்டு பண்ணுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட நாய்களின் கழிவுப் பொருள்கள் மூலம் இந்த அதி நுண்ணுயிர்கள் அதிக அளவில் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இதனால் அருகிலுள்ள நோயற்ற நாய்கள் இந்நோயினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பாக இந்த அதி நுண்ணுயிர்களைக் கொண்ட தட்டுமுட்டுச் சாமான்கள், துணி வகைகள் மூலமாகவும் இந்நோய் பரவ வழி ஏற்படுகின்றது.

அதி நுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி நோயின் அறிகுறிகள் முதலில் பதிக்கப்பட்ட நாய்கள் காய்ச்சலுக்குள்ளாகும். முதல் நாள் காய்ச்சல் அதிக அளவில் தெரியும். பின்பு உடல் வெப்பம் குறையும்; பின் அடுத்த நாள் காய்ச்சல் தோன்றும். இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட நாய்கள் உணவு உட்கொள்ளாமல் தாகத்துடன் காணப்படும். கண்கள் இரண்டும் பாதிக்கப்பட்டு எரிச்சல் ஏற்படுவதனால் முதலில் கண்ணில் நீர் வடியும். பின்பு மூக்கிலும் நீர் வடியும். பாதிக்கப்பட்ட நாய்கள் வயிற்று வலியினால் துடிக்கும். ஏனெனில் இந்நுண்ணுயிர்கள் குறிப்பாக ஈரலைப் பாதித்து ஈரல் அழற்சி உண்டு பண்ணுவதனால் செரிமானம் கெடுவதோடு ஈரல் வீங்கிக் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட நாயினது வயிற்றினைத் தடவிப் பார்த்தால் ஈரல் பகுதி வீக்கமுற்றிருப்

பதை அறிந்து கொள்வதுடன் அவ்வாறு நாம் பரி சோதிக்கும் பொழுது இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட நாய்கள் வயிற்று வலி தாங்காமல் துன்புறுவதைக் காணலாம்.

வாய் முழுவதும் இரத்த நிறம் கொண்ட சிறுசிறு ஊசிமுனை அளவில் இரத்தக் கசிவு காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட நாய்கள் வாந்தி பண்ணும். தலை, கழுத்து, மற்றைய பாகங்கள் நீர் கோத்துக் கொண்டு வீக்கமாக இருக்கும். ஈரல் அழற்சியினால் பாதிக்கப் பட்ட நாயின் இரத்த உறைவுத் திறன் குறைந்துவிடும். இதனால் அச்சமயத்தில் இரத்தப் போக்கு ஏற்படின் இயற்கையாக ஏற்பட வேண்டிய இரத்த உறைவு பாதிக்கப்பட்டு இரத்தப் போக்கினைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது போகும்.

பாதிக்கப்பட்ட நாய்களின் கண் வெளி விழிப்படலம் நீர் கோத்துக் கொள்வதுடன் விழி வெண்படலமானது நீல நிறமாகிக் கடைசியில் பார்வை பாதிக்கப்பட்டு விடும். எனவே இந்நோயினை, ''நீல விழி நோய்'' (Blue eye disease) என்றும் கூறுவர்.

இந்நோயினைக் கண்டறியும் முறைகள். பாதிக்கப்பட்ட நாயினைக் கால்நடை மருத்துவரிடத்தில் காண்பித் தால், அவர் இந்நோயின் அறிகுறிகளை அறிந்து இந் நோயினைக் கண்டுபிடிப்பார். அன்றியும் இந்நுண்ணு யிரினை நுண்ணுயிர் ஆய்வுக் கூடத்திற்கு அனுப்பி வைத்து அறிந்து கொள்ளலாம். இரத்த நீர் சோதனை மூலமாகவும் இந்நோயினை அறிய வாய்ப்புகள் உள்ளன.

இந்நோயினைக் குணமாக்கும் வகைகள். இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட நாய்களுக்கு இரத்தம், குளுக்கோஸ் ஆகியவற்றைச்சிரைவழியாகச் செலுத்திக் குணப்படுத்த முயற்சி செய்யலாம். மற்றைய நுண்ணுயிர்களினால் ஏற்படும் பாதிப்பினைச் சரிக்கட்ட நுண்ணுயிர்க் கொல்லி மருந்துகளும் அளிக்கலாம். அவ்வாறே கண் களில் ஏற்பட்டுள்ள சேதத்தினைக் குறைக்க நுண் ணுயிர்க் கொல்லி கலந்த களிம்புகளைக் கண்ணில் போடுவதனால் ஓரளவுக்குக் குணம் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. பொதுவாக நோய் வந்தபின் செய்யும்எந்தவிதச் சிகிச்சையும் பூரண குணமளிக்காது.

இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள். குறித்த வயதில் அதற்குரிய தடுப்பூசி போட்டு இந்த நோயின் கொடுமையிலிருந்து நாய்களைப் பாதுகாக்கலாம். இந் நோயினைத் தடுக்கவல்ல தடுப்பூசி மருந்துகள் (Vaccines) பல வெளிநாட்டு நிறுவனங்களால் தயாரிக் கப்பட்டு இந்திய நிறுவனங்கள் மூலம் வழங்கப்படு கின்றன. இந்நோயினைத் தடுக்கத் தனியான இந்த அதி நுண்ணுயிர் கொண்ட தடுப்பூசிகள் உள்ளன. நாய் களைத் தாக்கும் 'டிஸ்டெம்பர்' (Canine distemper) என்ற நோயினுக்கும், 'மஞ்சள் காமாலை' நோயினை உண்டுபண்ணும் லெப்டோஸ்பைரா (Leptospira) என்ற நோயினுக்கும் தடுப்பூசிகள் உண்டு. நாய்களை யும் மனிதர்களையும் பாதிக்கும் மிகக் கொடியநோயான ரேபிஸ்நோய் (Rabies disease) என்ற நோயினைத் தடுக் கும் தடுப்பூசி மருந்துகளும்விற்கப்படுகின்றன.

பொதுவான தூய்மை முறைகளைக் கொண்டு இந் நோயினைத் தடுக்கும் முறைகள். பொதுவாக இந் நோயினை உண்டாக்கும் அதி நுண்ணுயிர்கள் உணவின் மூலமும், நீரின் மூலமும் நோயினை உண்டுபண்ணுவத னால் நாய்களை நல்ல சுகாதாரமுள்ள இடத்தில் வைத் துப் பராமரித்து வருதல் அவசியம். பின்பு நோயுற்ற நாய்களைத் தனியான இடத்தில் வைத்து நோயற்ற நாய்களை அருகில் செல்லவிடாமல் பாதுகாத்து வருதல் அவசியம். நாய்கள் சிறுநீர் கழிக்க வேண்டுமாயின் பல இடங்களை முகர்ந்து பார்த்துப் பின் சிறுநீர் நாற்றம் உள்ள இடத்தினை அடைந்து சிறுநீர் கழிக்கும் பழக் கத்தை உடையவை. எனவே சுற்றுப்புறத்தைத் தூய் மையாக வைத்துக் கொள்ளாவிடில் சுத்தமுள்ள நாய் களும் விரைவில் இந்நாயினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. அதோடு நாய்களைக் கிருமி கொல்லி கலந்த நீரினால் தூய்மை செய்து வருதல் அவசியம். ஏனெனில் நோய் கண்ட நாயின் சிறுநீரின் மூலமாகத் தான் இந்த அதி நுண்ணுயிர்கள் அதிக அளவில் வெளியேற்றப்படு கின்றன.

ஆர்.ஜெ.

நூலோதி

1. *The Merck Veterinary Manual,* Fifth Edition, Merck & Co., Inc. U.S.A., 1979.
2. **Hagan & Brunner's** *Infectious Diseases of Domestic Animals,* Seventh Edition, Cornell University Press, London, 1981.
3. **Buxtan, A & Fraser, G.** *Animal Microbiology,* Vol. 2, Blackwell Scientific Publications, London, 1977.

அதி நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள்

அதிநுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள் அதிநுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சியையும் பெருக்கத்தையும் கட்டுப்படுத்துகின் றன. தற்பொழுது பயன்படுத்தப்படும் அதி நுண் ணுயிர் எதிர்ப்பிகளின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவு. அவை எந்தெந்த முறையில் அதி நுண்ணுயிர்கள் மற்ற அணுக்களுக்குள் புகுவதைத் தடுத்தும் அவற்றை அழித்தும் செயல்படுகின்றனவோ அதைப் பொறுத்து அவற்றைப் பலவகையாகப் பிரித்திருக்கிறார்கள். அவை பின் வருவன:

1. அதி நுண்ணுயிர்கள் மற்ற அணுக்களுடன் ஒட்டு வதைக் தடுக்கும் அதி நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள்: (Inhibition of adsorption of virus particles)

இந்த முறையில் செயல்படும் அதி நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள் தற்பொழுது ஒன்று கூட இல்லை.

2. எளிதில் பாதிக்கப்படக்கூடிய உயிர் அணுக்களுக்குள் புகுவதைத் தடுக்கும் அதி நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள்: (Inhibition of penetration into susceptible cells)

அ. காமாகுளோபிளின்

ஒவ்வோர் அதி நுண்ணுயிர்க்கும் அதற்குரிய தனிப் பட்ட எதிர் அங்கம் (Antibody) கொண்ட காமா குளோபிளின் இருக்கிறது. அந்தக் காமாகுளோபிளின், அதி நுண்ணுயிர்கள் உயிர் அணுக்களுக்குள் புகுவதைத் தடுக்கிறது. அதி நுண்ணுயிர்களால் உண்டாகும் தட்டம்மை (Measles), கல்லீரல் அழற்சி (Hepatitis), ரேபீஸ்நோய் (Rabies), போலியோ வாதம் (Polio Myelitis) முதலிய நோய்கள் வராமல் தற்காலிகக் காப்புரிமை கொடுக்கவும், அவ்வகை நோய்கள் வந்த பின் அவற்றின் வீரியத்தைக் குறைக்கவும் காமாகுளோ பிளின் பயன்படுகிறது.

அளவுமுறை: நோய்த்தடுப்பு மருத்துவ அளவு (Prophylactic dose)-*0.02-0.1* மில்லிலிட்டர்/*1* பவுண்டு உடல் எடை - தசைவழி ஊசி.

இதனுடைய நோய்த் தடுப்புத் தன்மை *2* அல்லது *3* வாரங்களுக்குத்தான் நீடிக்கும். இது 2 மில்லி லிட்டர், *10* மில்லி லிட்டர் புட்டிகளில் கிடைக்கின்றது.

ஆ. **அமாண்டடின்** (Amantadine)

இது அமின் குரூப்பைச் சேர்ந்ததாகும் இது தண்ணீரில் எளிதில் கரையும் தன்மை உடையது. கிரேக்க நாட்டில் அடமாஸ் (Adamas) என்ற வார்த் தைக்கு வைரம் என்று பொருள். அமாண்டடின் அமைப்பு வைரத்தின் அமைப்பைப் போல் இருப்பதால் இதற்கு அமாண்டடின் என்று பெயர் வந்தது.

இது அதி நுண்ணுயிர்கள் உயிர் அணுக்களுக்குள் புகு வதைத் தடுக்கிறது. குறிப்பாக இன்ப்ளுயன்சா காய்ச்சலுக்கும் (Influenza), ரூபெல்லா என்ற அம்மைக் காய்ச்சலுக்கும் இதைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

அளவுமுறை : அமாண்டடின் ஹைட்ரோகுளோரைடு, வயதுவந்தவர்களுக்கு—*1* நாளைக்கு *200* மில்லி கிராம் வீதம் *2* அல்லது *3* நாட்களுக்குக் காய்ச்சல் வரு வதற்கு முன் வாய்வழியாகக் கொடுக்க வேண்டும். காய்ச்சல் வந்தபின் *1* நாளைக்கு *200* மில்லிகிராம் வீதம் *6* அல்லது *7* நாட்களுக்கு வாய்வழியாகக் கொடுக்க வேண்டும்.

நஞ்சியல்புகள் (Toxicities) :

தூக்கமின்மை (Insomnia)
தெளிவற்ற பேச்சு (Slurred speech)
தள்ளாட்டம் (Ataxia)
சிறுநீரகத்தளர்வு (Renal failure)

முதலில் உண்டாகும் புரதப்பொருள் உற்பத்தியைத் தடுக்கும் அதி நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள் (Inhibition of synthesis of "Early" proteins)

1. குவானிடினும் (Guanidine), ஹைடிராக்சிபென் சையில் பென்சிமிடிசோலும் (Hydroxy benzyl benzimidozole) இந்த வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை ஆர். என்.ஏ. பாலிமெரெஸ் (R.N.A. Polymerase) உற்பத் தியைத் தடுக்கின்றன. இந்த மருந்துகளை உபயோகிக் கும்போது எதிர்ப்புத் தன்மையுள்ள மாறுதலடைந்த புது உயிரினங்கள் (Resistant mutants) எளிதில் தோன்றுவதால், ஆர். என். ஏ. அதிநுண்ணுயிர்களால் உண்டாகும் நோய்களைக் குணப்படுத்தப் பயன் படுத்திய போது இவற்றால் அதிக பயன் விளைய வில்லை.

2. விடாரபின் : வேதியியல் முறைப்படி பார்த் தால் இது அடினின் அரபினோசைடாகும். இது ஹெர்பிஸ் சிம்பிளக்ஸ் அதி நுண்ணுயிர்களால் மூளை யிலும் கண்ணிலும், உடலிலும், பிறப்புறுகளிலும் (Herpes simplex, Herpes encephalitis, Herpes simplex Keroto conjunctivitis, Herpes zoster and Herpes genetalia) உண்டாகும் நோய்களைக் குணப்படுத்த உதவுகிறது.

இது அதி நுண்ணுயிர்களிலுள்ள டி. என். ஏ. பாலிமெரஸை வேலை செய்ய விடாமல் தடுக்கிறது. மேலும் இது மனித டி. என். ஏ. யையும் பாதிக்கிறது. ஆனால் இது ஆர். என். ஏ. அதி நுண்ணுயிர்களால் உண்டாகும் நோய்களைக் குணப்படுத்த உதவு வதில்லை.

அளவுமுறை : வயது வந்தவர்களுக்கு **5-10** மில்லி கிராம்/கிலோகிராம் உடல் எடை/ நரம்பு மூலம் செலுத்த வேண்டும்.

நஞ்சியல்புகள் :

மாயக்காட்சிகள் (Hallucinations)
நடுக்கம் (Tremor)
தள்ளாட்டம்
உளக்குழப்பம் (Psychoses)
வாந்தி (Vomiting)
வயிற்றோட்டம் (Diarrhoea)
குமட்டல் (Nausea)

விளைவு:

1. ஹெர்பிஸ் சிம்ப்ளக்ஸ் மூளை அழற்சி (Encephalitis)
2. ஹெர்பிஸ் சிம்ப்ளக்ஸ் கண்நோய் (Kerato conjunctivitis)
3. ஹெர்பிஸ் உடல் நோய் (Herpes Zoster)
4. ஹெர்பிஸ் பிறப்புறுப்புகளில் உண்டாகும் நோய் (Herpes genitalia)

அணுக்கரு அமில (Nucleic acid) **உற்பத்தியைக் குறைக்கும் அதிநுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள்** (Inhibition of viral nucleic acid synthesis)

1. டாக்டினோமைஸின் (ஆக்டினோமைஸின் டி. (காஸ்மெகன்) (Actinomycin D.)

இது டி.என்.ஏ.யைச் சார்ந்திருக்கும் ஆர்.என்.ஏ. உற்பத்தியைக் குறைக்கிறது. சுருக்கமாகச் சொன்னால் டி.என்.ஏ. அதி நுண்ணுயிர்களின் இனப்பெருக்கத்தைக் குறைக்கிறது. இது அதி நுண்ணுயிர்களை அழிப்பது மட்டுமல்லாமல் அவை தங்கிவாழும் ஓம்பு உயிர் அணுக்களுக்கும் (Host cells) நச்சுத்தன்மை உண்டாக்குவதால் இதனைப் பெரிதும் பயன்படுத்துவதில்லை.

2. ஐயோடாக்ஸ் யூரிடின்

இது அதி நுண்ணுயிரின் அணுக்கரு அமில உற்பத்தியைக் குறைக்கிறது. முக்கியமாக இது டி.என்.ஏ. வகையைச் சேர்ந்த அதி நுண்ணுயிர்களின் இனப்பெருக்கத்தைக் குறைக்கின்றது. இது கண்ணின் கருவிழியில் உண்டாகும் ஹெர்பிட்டிக் கெரட்டைட்டிஸ் என்னும் நோயைக் குணப்படுத்த உதவுகின்றது. கண்ணின் கருவிழியில் இரத்த ஓட்டம் இல்லாததால் இந்த மருந்து அங்கு அதிக நேரம் தங்கியிருந்து நல்ல பலன் தருகிறது.

அளவு முறை:

1. ஹெர்பிட்டிக் கெரட்டைட்டிஸ்

ஐயோடாக்ஸ்யூரிடின் (0.1%) இரண்டு மணி நேரத்திற்கு ஒரு துளி வீதம் ஒவ்வொரு நாளும் கண்ணுக்குள் விடப்படுகிறது. இதுபோல் பத்து நாட்களுக்கு விட வேண்டும். அந்தப் பத்து நாட்களுக்குள் நோய் குணமாகா விட்டால் ஐயோடாக்ஸ்யூரிடின் களிம்பைப் (Iodoxuridine ointment 0.5%) பயன்படுத்தலாம்.

2. ஹெர்பிட்டிக் மூளைவியாதி

ஐயோடாக்ஸ்யூரிடின் 100-430 மில்லிகிராம்/கிலோகிராம் உடல் எடை/ஒரு நாளைக்கு/5 நாளைக்கு/நரம்பு ஊசி.

பயன்:

1. ஹெர்பிட்டிக் கெரட்டைட்டிஸ் (Herpetic Keratitis)
2. ஆனம்மை நோய் சார்ந்த கருவிழியில் உண்டாகும் கண்நோய் (Vaccinial keratites)
3. ஹெர்பிட்டிக் மூளை நோய் (Herpetic encphalitis)
4. சைட்டோசின் அரபினோசைடு (Cytosine arabinoside)

ஐயோடாக்ஸ் யூரிடினும் சைட்டோசின் அரபினோசைடும் ஒரே மாதிரியாகத்தான் வேலை செய்கின்றன. இருந்த போதும் பின்னது முன்னதை விட 10 மடங்கு அதிக நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது. அதனால் ஐயோடாக்ஸ் யூரிடினால் குணப்படுத்த முடியாத ஹெர்பிட்டிக் கருவிழி நோயைக் குணப்படுத்த இதைப் பயன்படுத்தலாம்.

அளவு:

சைட்டோசின் அரபினோசைடு (Cytosine arabinoside) 0.3-2 மில்லிகிராம்/உடல் எடை அளவுக்கு/1 நாளைக்கு நரம்பு ஊசி/5 நாளைக்கு.

5. அடினின் அரபினோசைடு

இது ஆய்வுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் டி.என்.ஏ.அதி நுண்ணுயிர்களின் (Experimental D.N.A. virus) இனப்பெருக்கத்தை வெகுவாகத் தடை செய்கிறது. இது மிகக் குறைந்த நச்சுத்தன்மையுடையது.

1. **ட்ரைபுளுரோதைமிடின்:**

இது ஐயோடாக்ஸ்யூரிடினை விட அதிக ஆற்றல் வாய்ந்தது. கண்கருவிழியில் உண்டாகும் ஹெர்பிட்டிக் நோயைக் குணப்படுத்துவதில் ஐயோடாக்ஸ்யூரிடினை விட அதிக ஆற்றல் வாய்ந்தது. ஆனால் அதைவிடக் குறைந்த நச்சுத்தன்மையுடையது.

2. **இன்டர்ஃபெரான்:**

இது ஒரு புரதப்பொருளாகும். அதி நுண்ணுயிர்களால் பாதிக்கப்பட்ட உயிரணுக்கள் இதை உற்பத்தி செய்கின்றன. இது மற்ற உயிரணுக்களை அதி நுண்ணுயிர்கள் தாக்காமல் பார்த்துக் கொள்கிறது. ஓர் இனத்தில் உண்டான இன்டர்ஃபெரான் அந்த இனத்தைச் சேர்ந்த மற்ற அணுக்களில் அதி நுண்ணுயிர்களால் உண்டாகும் வியாதியைக் குணப்படுத்தத்தான் பயன்படும் (Species specific). ஆனால் மற்ற அணுக்களில் எந்த நுண்ணுயிர்களால் உண்டான நோயாக இருந்தாலும் அது குணப்படுத்தும். இதன் உற்பத்தியை அந்தந்த உடலின் அணுக்கருக்குள்ளேயே பெருக்குவதற்குப் பல பொருள்களைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். அவற்றில் முக்கியமானவை ஹெலின், ஸ்டேட்டோலான், சைக்குளோபின் (Endogenous interferon stimulants) ஆகியவை.

பின்னால் உண்டாகும் புரதப்பொருள் உற்பத்தியைக் குறைக்கும் அதி நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள் (Inhibition of Synthesis of 'late' structural proteins)

1. **மெத்திசசோன் :**

வேதியியல் முறையில் இது தயோசெமி கார்பசோன் இனத்தைச் சேர்ந்ததாகும். இது அதி நுண்ணுயிர்களின புரத உறையில் பின்னால் உண்டாகும் புரதப்பொருள் உற்பத்தியைக் குறைக்கிறது.

இது பெரியம்மை அதி நுண்ணுயிர்களின் (Small pox) இனப்பெருக்கத்தைக் குறைக்கிறது (Blocks replication).

மேலும் அந்த அதி நுண்ணுயிர்களை ஒன்று சேர விடாமல் தடுக்கிறது.

அளவு:

மெத்திசசோன் 2-4 கிராம் ஒரு நாளைக்கு வீதம் 3-4 நாளைக்குக் கொடுக்க வேண்டும்.

பயன் :

1. பெரியம்மை அதி நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லுதல்.

2. ஆனம்மை சார்ந்த அதி நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லுதல் (Vaccinia virus)

அதி நுண்ணுயிர்களை எதிர்க்கும் தன்மையுள்ள உடலில் உண்டாகும் பொருள் உற்பத்தியைத் தூண்டுபவை :

1. **லீவாமிசோல் :**

உடலில் வாழும் புழுக்களினால் (Worms) உண்டாகும் வியாதியைக் குணப்படுத்துவதற்காகத்தான் இதைப் பயன்படுத்தி வந்தார்கள். அண்மைக் காலத்தில் இதற்கு அதி நுண்ணுயிர்களை எதிர்க்கும் உடலிலுள்ள பொருள்கள் (antibodies) வீரியத்தை அதிகரிக்கக் கூடிய (Potentiation of viral antibody responses) தன்மையும் உண்டு என்று கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள்.

அளவுமுறை :

1 நாளைக்கு 100-100 மில்லிகிராம் வாய் வழியாகக் கொடுக்கலாம்.

க.ச.

நூலோதி

1. **Alfred Goodman Gilman, Louis S. Goodman, Alfred Gilman: Goodman & Gilman's** *The Pharmacological Basis of Therapeutcis*, 6th Edition, Macmillan Publishing Co., INC, New York. 1975.

2. **Frederick H. Mayers, Ernest Jawetz, Azan Golden** *Review of Medical Pharmacology*, Lange Medical Publication, 5th Edition, 1976.

3. **Graeme S. Avery,** *Drug Treatment-Principles & Practice of Clinical Pharmacology & Therapeutics,* ADIS Press, Sydney & New York 2nd Edition, 1980.

4. **Ronald H. Girwood,** *Clinical Pharmacology*, Bailliere Tindall, London, 23rd Ed ition, 1976.

5. **Ravindrarao T. & Narsingrao G.** *Text book of Pharmacology & Therapeutics,* Part III, Jaxfee Brothers, Medical Publishers, 85-A, Kamala Nagar, Delhi. Ist Edition, 1982.

6. **Satoskar, Kale,** *Brandarkar's Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, Bombay, Popular Prakashan. 4th Edition, Vol. II, 1975.

7. **Windsor C. Cutting,** *Hand Book of Pharmacology*. Appleton Centuary Cropts, 1962.

அதிநுண்ணுயிர் நோய் ஆய்வும் மின்னணு நுண்ணோக்கியும்

அதிநுண்ணுயிர்கள் (Virus) மனிதர்களிலும், கால் நடைகளிலும், பறவையினங்களிலும், நோயுண்டாக்க வல்லன. அதிநுண்ணுயிர்கள் ஏற்படுத்தும் நோய்கள் பலவற்றைப் பற்றி மனிதன் அறிந்திருந்த போதிலும், அவற்றினைக் காண்பதற்கு வாய்ப்பு மின்னணு நுண்ணோக்கி (Electron Microscope) கண்டுபிடித்த பின்பே ஏற்பட்டது. மின்னணு நுண்ணோக்கி, அதிநுண்ணுயிர்களை ஆய்வு செய்வதற்கு ஒரு தலையாய கருவி.

நுண்ணோக்கிகளில் முன்னோடியானது மின்னணு நுண்ணோக்கி. மின்னணு நுண்ணோக்கியில் மின்னணுக்களையே ஒளிக்கற்றைகளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஒளிக்கற்றைகளின் அலை நீளம் குறையக் குறைய நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கும் திறன் கூடுகிறது. மின்னணுதான் தற்பொழுது நுண்ணோக்கியில் பயன்படுத்தக்கூடிய அலை நீளம் உள்ள ஒளிக்கற்றை. எனவே அதனையே ஒளிக்கற்றையாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவை இயல்பான காற்றுச் சூழ்நிலையில் ஒரே இடத்தில் தங்கியிருக்கும். எனவே மின்னணு ஒளிக்கதிர்கள் வெற்றிடத்தில் காந்தங்களின் சக்தியால் மின்னணு ஒளிக்கற்றையாக அடர்த்தி செய்யப்பட்டு விரைவாக நுண்பொருள்களை ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய சக்தியை அடைகின்றன. இத்தன்மையே மின்னணு நுண்ணோக்கியில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இக்கருவி கண்டுபிடிப்பு அதிநுண்ணுயிர்களின் நோய் ஆய்விற்குப் பெரிதும் உதவுகின்றது; அதிநுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிவதற்கு மட்டுமின்றி, அவற்றை இனம் காணவும் உதவுகின்றது. இக்கருவி முதன் முதலாக ருஸ்கா (Ruska) என்பவராலும், அவரது உடன் ஆய்வாளர்களாலும் 1931-1933ஆம் ஆண்டுகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இக்கருவி சாதாரண நுண்ணோக்கியைவிட ஆயிரம் மடங்கிற்கு மேல் உருப்பெருக்கம் செய்கின்றது. இக்கருவி கண்டறியும் எல்லை 10 ஆங்க்ஸ்ட்ராம் அளவு வரை செல்கிறது. (அதாவது ஒரு மில்லி மீட்டரில் 10 லட்சத்தில் ஒரு பங்கு அளவு வரை).

இக்கருவியில் திசுக்களைக் கண்டறிய அவை மிக நுண்ணிய அளவில் அரியப்படவேண்டும். இதற்கு

அல்ட்ரா மைக்ரோடோம் (Microtome) எனப்படும் நுண்ணிய திசு அறுக்கும் கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது திசுக்களை 500 இலிருந்து 600 ஆங்க்ஸட்ராம் அளவு வரை அரியப் பயன்படுகிறது. திசுக்களைப் பிடித்து நிறுத்த குளூட்டரால் டிஹைடு (Glutaral Dehyde), ஆஸ்மியம் டெட்ராக்ஸைடு (Osmium tetroxide) எனப்படும் பொருள்களும் பொதுவாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

இக்கருவி நோய் ஆய்வில் பயன்படுத்தப்படும் போது முக்கியமாகக் கவனிக்கவேண்டியது ஆய்வு செய்யப்படும் திசுக்களை ஆய்வகத்திற்குக் கொண்டுவரும் முறையும், அவற்றைக் கையாளும் முறையுமே. திசுக்கள் மிக மெல்லிய அளவில் அரியப்படவேண்டும். இத்திசுக்கள் குளூட்டிரால் டிஹைடு எனப்படும் வேதிப் பொருளில் முழ்கவைக்கப்படும். பிறகு ஆஸ்மியம் டெட்ராக்ஸைடு எனப்படும் பொருளில் வைத்துப் பின்பு ரெஸினின் உதவியால் கட்டிகளாக்கப்படுகின்றன. இக்கட்டிகள் ஒரு மில்லி மீட்டர் அளவு விரிந்து, நுண்ணோக்கியில் ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன.

சாதாரன நுண்ணோக்கியில் கண்ணாடி வில்லைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் மின்னணு நுண்ணோக்கியில் செம்பினால் (copper) செய்யப்படும் மிகச் சிறு தகடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தகட்டில் சல்லடை போன்ற துளைகள் காணப்படும். ஒரு தகட்டின் அளவு 3.05 மி.மீ. அதில் சுமார் 200 இலிருந்து 400 துளைகள் காணப்படும். இச்செப்புத் தகடு மின்னணு பாய்வதைத் தடுப்பதால் அது நுண்ணோக்கில் நன்கு புலப்படுகின்றது. இத்தகட்டின் மீது கரித்தூள்களும் தூவப்படும். இதன் மீதுதான் சோதிக்கப்பட வேண்டிய திசுக்களையும், ஏனைய பெருள்களையும் வைத்து உயர் உலோகக் கனிமங்கள் கொண்ட வேதிப் பொருள்களால் சாயம் பூசி மின் அணு நுண்ணோக்கியால் சோதிக்கின்றனர்.

இக்கருவியின் மிக முக்கியமான பணிகளில் ஒன்று, அதிநுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிதலும், ஆய்தலும் ஆகும். அதிநுண்ணுயிர்களை இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று ரைபோநியூக்ளிக் அமிலம் கொண்டது. மற்றொன்று டீஆக்ஸிரைபோநியூக்ளிக் அமிலம் கொண்டது. ரைபோநியூக்ளிக் அமில வகையில் முக்கியமானவை பிகோர்னா வகை (Picorna), ரேப்டோ வகை (Rap), மிக்ஸோ (Mixo) வகை ஆகியன. டீஆக்ஸிரை போநியூக்ளிக் அமில வகையில் முக்கியமானவை அம்மை வகை (Pox), ஹெர்பிஸ் வகை (Herpes) ஆகியன.

அதிநுண்ணுயிர்களில் பொதுவாகக் கீழ்க்கண்ட குணங்கள் காணப்படும்:

1. அவற்றில் நொதிகளை (Enzyme) உண்டாக்கும் திறன் கிடையாது.
2. அவை நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகளால் (Antibiotics) பாதிக்கப்படுவதில்லை.
3. அவற்றைத் திசுக்களிலோ, கருவுற்ற கோழி முட்டைகளிலோ, மற்ற ஆய்வக விலங்கினங்களிலோ மட்டும் வளர்க்க முடியும். அவற்றை மற்ற நுண்ணுயிர்களைப் போல வேதியியல் பொருள்களில் வளர்க்க முடியாது.
4. அவற்றின் நியூக்ளிக் அமிலம், ரைபோநியூக்ளிக் அமிலமோ டீஆக்ஸிரைபோநியூக்ளிக் அமிலமோ கொண்டது.
5. இவை பொதுவாக மூன்று வடிவங்களைக் கொண்டவை. ஒன்று வைரக்கற்கள் போன்ற பல முகங்களைக் கொண்ட வடிவம். சுழல் படிக்கட்டு வடிவம், மற்ற வடிவங்கள். முதல் வகைக்கு எடுத்துக்காட்டு பிகார்னோ வகை. இரண்டாவது வகைக்கு வெந்நோய் அதிநுண்ணுயிரை எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம்.
6. சில அதிநுண்ணுயிர்கள் மெல்லிய சவ்வினைச் சுற்றிலும் கொண்டவை. இவை ஈதர் எனும் வேதியியல் பொருளினால் எளிதில் செயலிழக்கக் கூடியவை. இவ்வகை அதிநுண்ணுயிர்களுக்கு எடுத்துக்காட்டு ஹெர்பிஸ் வகையைச் சார்ந்தவை.
7. அதிநுண்ணுயிர்கள் மிக நுண்ணிய சல்லடைகளையும் ஊடுருவக் கூடியவை. சாதாரண நுண்ணுயிர்கள் ஊடுருவ முடியாத சல்லடைகளில் இவை ஊடுருவிச் செல்லக் கூடியவை.
8. அதி நுண்ணுயிர்களுக்கும் தடுப்பு மருந்துகள் (Vaccines) உள்ளன.
9. நுண்ணுயிர்களையும் (Bacteria) தாக்கும் அதி நுண்ணுயிர்கள் உள்ளன. குறிப்பிட்ட அதி நுண்ணுயிர்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர்களைத்தான் தாக்கவல்லன.

பலவிதமான அதிநுண்ணுயிர்கள் கால்நடைகளுக்கும் மனிதர்களுக்கும் நோய் ஏற்படுத்தவல்லன. அவற்றில் முக்கியமானவை:

1) **கால்நடைகளில் ஏற்படும் கால்-வாய் நோய் :**

(கோமாரி/காணை)

இந்நோய் 'பிகோர்னா' வகையைச் சார்ந்த அதி நுண்ணுயிர்களால் ஏற்படுகிறது. நோய் கண்ட மாட்டின் வாயிலும், காலிலும் கொப்புளங்கள் ஏற்படும். இக்கொப்புள நீரை ஆய்ந்து நோய்க்கிருமிகளை மின்னணு நுண்ணோக்கியில் காணலாம். இந்நோய் மாடுகளையும், ஆடுகளையும் தாக்கவல்லது. இவற்றின் வாய், குளம்பு பகுதிகளில் கொப்புளங்கள் ஏற்படும். கன்றுக்குட்டிகளுக்கு இறப்பையும் ஏற்படுத்தும்.

2) **வெக்கை நோய் :**

கால்நடைகளில் ஒரு கொடிய தொற்று நோய் இது. இந்நோய் கண்ட மாட்டின் நாக்குப் பகுதியைச் சுரண்டி, நிணநீர்க்கட்டிகளின் பகுதிகளை ஊசிமூலம் எடுத்து ஆய்ந்தால் நோயினைக் கண்டறிய முடியும். இந்நோய் கழிச்சலை ஏற்படுத்தும். பாதிக்கப்பட்ட மாடுகளுக்கும் ஆடுகளுக்கும் உயிர் இழப்பை மிகுதியாக ஏற்படுத்தும்.

3. **வெறிநோய்:**

இது மனிதர்களையும் தாக்கவல்ல கொடிய நோய். இந்நோய் ரேப்டோ வகை அதிநுண்ணுயிரால் ஏற்படுறது. இவ்வதிநுண்ணுயிர் துப்பாக்கிக்குண்டு வடிவில் இருக்கும். இதனை மின்னணு நுண்ணோக்கியால் நாம் கண்டறியலாம். இந்த அதிநுண்ணுயிர் நரம்புகளின் வழியே பரவக்கூடியது. நோய் கண்ட மனிதர்களுக்கும், மற்ற கால்நடைகளுக்கும் இறப்பை ஏற்படுத்தும். உமிழ்நீர் வழியாக இந்நோய் பரவ வாய்ப்புண்டு.

4. **அம்மை நோய் :**

மனிதர்களுக்கு மட்டுமின்றிப் பல்வேறு கால்நடைகளுக்கும் அம்மை நோய் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. இவை அனைத்தும் அதிநுண்ணுயிர்களால் ஏற்படுகின்றன. அம்மை நோய் அதிநுண்ணுயிர்தான், அதிநுண்ணுயிர்களில் அளவில் பெரியது; செங்கல்லின் வடிவமைப்பைக் கொண்டது.

ஆடுகளுக்கு ஏற்படும் வாய் கொப்புள நோயின் (Contagious pustular dermatitis) அதிநுண்ணுயிர் நூல் பந்து வடிவமானது.

5. **கோழிக் கழிச்சல் நோய்:**

கோழிகளுக்கு மிகுந்த அளவில் இறப்பை ஏற்படுத்தும் தொற்று நோய் இது. இந்நோய் 'மிக்சோ' வகை அதிநுண்ணுயிரால் ஏற்படுகிறது. இவ்வதிநுண்ணுயிர் விந்தணுவின் வடிவமானது. இதனையும் நாம்மின்னணு நுண்ணோக்கியால் கண்டறியலாம்.

மேலும் பலவகை அதிநுண்ணுயிர்கள் கால்நடைகளுக்கும் மனிதர்களுக்கும், பறவைகளுக்கும் நோய்களை ஏற்படுத்த வல்லன. இவற்றை நாம் மின்னணு நுண்ணோக்கியால் கண்டறியலாம். இவ்வாறு மின்னணு நுண்ணோக்கியால் காண்பதற்கு முன்பு நாம் சில முறைகளைக் கையாள வேண்டும்.

நாம் காணவேண்டிய அதிநுண்ணுயிர்கள் மிக அதிக எண்ணிக்கையில் இருக்க வேண்டியது அவசியம். அப்போதுதான் நம்மால் மின்னணு நுண்ணோக்கியின் வழியாக அதிக நேரம் நுண்ணுயிர்களைக் காணலாம். இதற்குக் குறைந்தது ஒரு மில்லி மீட்டரில் 10^6 முதல் 10^9 எண்ணிக்கை அதிநுண்ணுயிர்கள் இருக்கவேண்டும். இவ்வளவு எண்ணிக்கைப் பெறுவதற்குப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை அதிவேகச் சுழற்சி (Ultra-centrifuge), அகார் ஜெல் ஊடுருவும் முறை (Agar gell diffusion), இம்யூனோ மின்னணு நுண்ணோக்கி ஆகியவை. இவ்வாறு எண்ணிக்கைப்படுத்தப்பட்ட நுண்ணுயிர்கள், கரித்தூள் தூவப்பட்ட பித்தளைத் தகட்டின் மேல் வைக்கப்பட்டு நுண்ணோக்கி வழியே காணப்படுகின்றன.

இக்கருவியில், அதிநுண்ணுயிர்களைக் காண்பதற்கு, அவற்றை வேதியியல் பொருள்கள் கொண்டு பூசவேண்டும். இப்பணிக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்களில், பாஸ்போடங்க்ஸ்டிக் அமிலம், யூரானைல் அசடேட் போன்றவை முக்கியமானவை. இக்கருவியில் காண்பதற்கு அதிநுண்ணுயிர்கள், மூன்று முறை வடிகட்டப்பட்ட நீரில் (Triple Distilled Water) தான் சேகரிக்கப்படவேண்டும். இது மிக முக்கியம்.

மின்னணு நுண்ணோக்கி அதிநுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிவதில் கீழ்க்கண்ட முறைகளில் பெரிதும் உதவுகிறது.

1) திசுக்களில் வளர்க்க முடியாத அதிநுண்ணுயிர்களை நாம் மின்னணு நுண்ணோக்கியால் வெகு எளிதில் கண்டறியலாம்.

2) உயிரணுக்களில் ஒரே மாதிரி உயிரணுச் சிதைவை (Cytopathic Effect) ஏற்படுத்தும் அதிநுண்ணுயிர்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது.

3) அதிநுண்ணுயிர்களை நேரில் கண்டறிவதனால், அவை இந்த வகை அதிநுண்ணுயிரைத்தான் சார்ந்தவை என்பது உறுதியாகிறது.

4) மற்ற முறைகளைவிட எளிதில், விரைவாக அதிநுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிய உதவுகிறது.

5) சாணத்திலும், மனித மலத்திலும் அதிநுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிய மின்னணு நுண்ணோக்கி பெரிதும் உதவுகின்றது.

6) உயிரணு வளர்ப்பில், ஏதாவது அதிநுண்ணுயிர் கலந்துள்ளதா என்று கண்டறிய இக்கருவி மிகவும் உதவுகின்றது.

7) இம்யுனோ மின்னணு நுண்ணோக்கல் (Immuno Electron Microscope) எனும் முறையில் நாம் அதிநுண்ணுயிரும், அதன் எதிர்ப்பொருளும் இணைந்து இருப்பதை மின்னணு நுண்ணோக்கி மூலம் கண்டறிகிறோம். இதனால் நாம் இது இந்த வகை அதிநுண்ணுயிர் என்று கண்கூடாகக் காண்கிறோம்.

8) புற்றுநோய்த் திசுக்களை ஆய்வதில் மின்னணு நுண்ணோக்கியின் பயன் அளவிடற்கரியது. அத்திசுக்களின் கருவின் தன்மையையும், உயிரணுப் பெருக்க முறையையும் நன்கு கண்டறிய அது உதவுகின்றது.

9) மின்னணு நுண்ணோக்கியால் நாம் காணும் அதிநுண்ணுயிர்களை உடனுக்குடன் படம் பிடித்துக்

கொள்ளலாம். இதற்காக நுண்ணோக்கியுடனே புகைப் படக் கருவியும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

ஊடுருவும் மின்னணு நுண்ணோக்கி (Transmission Electron Microscope) அதி நுண்ணுயிர்களின் மேற் பகுதிகளையும், அதில் நடக்கும் செயல்களையும் நன்கு கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகின்றது. இக்கருவி பொது வாக அதிநுண்ணுயிர் ஆய்வில் பயன்படுத்தப்பட்டு வரு கிறது.

இப்போது ஸ்கேனிங் மின்னணு நுண்ணோக்கி (Scanning Electron Microscope) எனப்படும் கருவி கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இது சாதாரன மின்னணு நுண் ணோக்கியைவிடத் திசுக்களையோ, அதிநுண்ணுயிர் களையோ ஆழமாகக்(In Depth)காண்பித்து, அவற்றின் வடிவை மேலும் துல்லியமாக அறிந்து கொள்ள நமக்கு உதவுகிறது.

ஸ்கேனிங் மின் நுண்ணோக்கி குரோமோசோம்கள், உயிரணுவின் உட்பகுதி ஆகியவற்றைக் காண உதவு கின்றது. இது ஒரு பொருளைப் பல்வேறு கோணங் களில் காண்பிக்கிறது.

பொ.ரி.

நூலோதி

1. **S. E. Luria, James, E. Dornel, David Baltimore &Alan Compbell,** General Virology John Wiley & Sons, 3rd Edition 1978.
2. **M. A. Hyatt, Van Roestrand,** *Principles & Practices of Electron Microscopy*, Reinhold Company 1st Edition, (1970)
3. **A. W. Agar, R. H. Anderson & D. Chesco,** *Principles & Practices of Electron Microscopy*, North Holand Publishing Company, 1st Edition, (1978).

அதிப் புரத கொழுப்பீனி இரத்தம்

புரதங்களை எளிய வகைப் புரதங்கள் கூட்டு வகைப் புரதங்கள் என இருபெரும் பிரிவுகளாப் பிரிக்கலாம். கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் கொழுப்புப் பொருள் களை உடலின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றோர் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்ல உதவுகின்றது. இவை உருவத்திலும். அமைப்பிலும் பல படித்தானவை. இவற்றை அடர்த்தி, மின் ஊட்டம் ஆகியனற்றின் அடிப்படையில் நான்கு முக்கிய வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அவையாவன:

1. கைலோமைக்ரான்கள் (Chylomicrone)
2. முன் பீட்டா கொழுப்பீனிப் புரதம் (Pre lipo protein) அல்லது மிகக் குறைந்த அடர்த்தியுடைய கொழுப்பீனிப் புரதம் (மி.கு.அ.கொ.பு.) (Very low density lipo protein) (VLDL)
3. குறை அடர்த்தி கொழுப்பீனிப் புரதம் (கு.அ. கொ.பு.) (Low density lipo protein) (LDL)
4. உயர் அடர்த்தி கொழுப்பீனிப் புரதம் (உ.அ. கொ.பு.) (High density lipo protein) (HDL) அல்லது ஆல்ஃபாகொழுப்பீனிப் புரதம்.

கொழுப்பீனிப் புரதங்களின் வளர்சிதை மாற்றங் களில் பலவித் முறைகேடுகள் இருப்பதன் காரணமாக அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் உண்டாகிறது. எப் பொழுதாவது குறை கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தமும் உண்டாகலாம். இதனை எந்தக் கொழுப்பீனிப் புரத வகை அதிகமாக உள்ளதோ அதைக் கொண்டு 1-5 வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் முதன்மைச் சீர் கேடாகவும் (பரம்பரையாக வருவது) இருக்கலாம்; அல்லது இரண்டாந்தரச் சீர்கேடாகவும் (Secondary disorder) இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, சர்க்கரை நோய் (Diabetes mellitus), தைராய்டு குறை இயக்கம் (Hypo-thyroidism), கணைய அழற்சி நோய் (Pancreatitis), பித்தநாள அடைப்பு நோய் (Biliary obstruction) முதலிய நோய்களில் இரண்டாந்தரச் சீர்கேடாக அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் அமைகிறது. இது உடல் எடை அதிகமாக இருப்பதன் காரணமாகவும் உண்டாகிறது. அதிக எடையானது உணவு முறை யாலும் அல்லது சாராயம் குடிப்பதனாலும் ஏற்படு கிறது. கொலஸ்டிராலின் அளவே ஆத்திரோஸ்க்ளி ரோசிஸ் (Atherosclerosis) போன்ற நோய்கள் வரு வதை முக்கியமாக நிர்ணயிக்கிறது.

மரபுவழி மிகைக் கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் (Familia Hyperlipo Proteinaemias):

ஃபிரடிரிக்சன், லெவி, லீஸ் (Friedriclson, Levy & Lees) ஆகியோர் தாள்மின்பிரிகை (Paper electrophoresis) யில் கிடைத்த அமைப்புகளின் அடிப்படையில் மரபுவழி அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தத்தை 5 வகைகளாகப் பிரித்துள்ளார்கள்.

தாள் மின் பிரிகையில் கிடைத்த 5 வகை மரபுவழி அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தத்தில் கொழுப்பீனிப் புரதங் களின் அமைப்பு:

இந்த வகை நோயாளிகள் இயல்பான உணவு உட் கொள்ளும் போதும் அதிநுண் கொழுப்புத் துளிகளைப் பெற்றிருப்பர். ஆனால் கொழுப்பில்லாத உணவை உட்கொள்ளும் போது விரைவில் குணம் தெரிகிறது. 10 வயதிற்குள்ளாகவே இந்த நோயைக் கண்டுபிடிக்க இயலும். பொதுவான அறிகுறிகள் எவையென்றால், 'பொங்கியல்புத்' தோல் கொப்புளங்கள் (Eruptive Xanthomata at sny site) மடங்கி நிகழும் வயிற்றுவலித் தாக்குதல்கள் (Recurrent attacks of abdominal pain)

இரத்தத்தில் கொழுப்பீனிப் புரதங்களின் உட்பிரிவுகள்-பண்புகள்-வேலைகள்
(Plasma lipo proteins, Composition, Properties and functions)

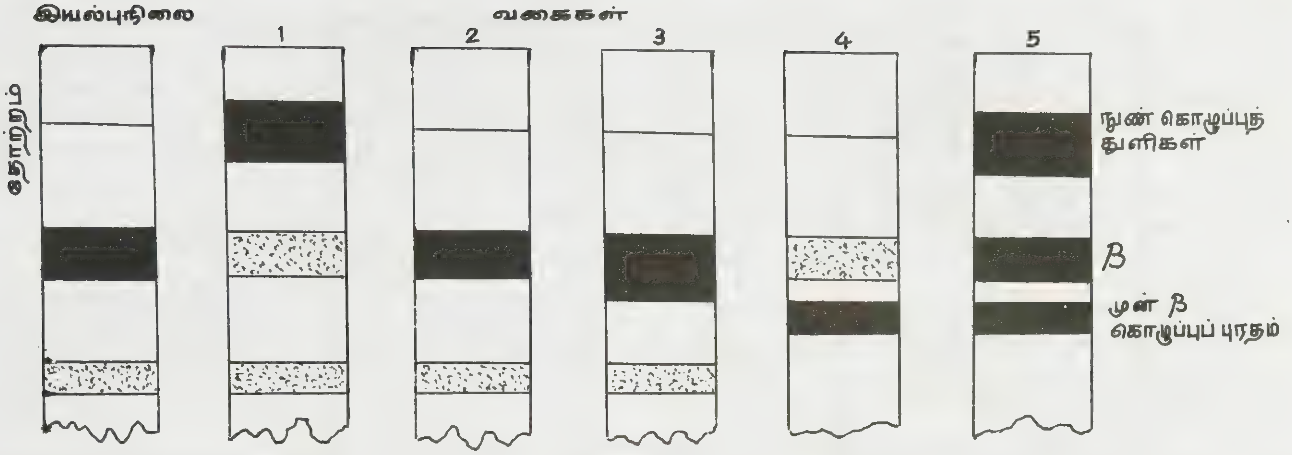
அட்டவணை

கொழுப்பீனிப் புரத வகை	கைலோமைக்ரான்கள் (Chylomicrons)	முன் கொழுப்பீனிப் புரதம் (மி கு.அ. கொ.பு.) VLDL	குறை அடர்த்தி கொழுப்பீனிப் புரதம் (கு.அ. கொ.பு.) LDL	உயர் அடர்த்தி கொழுப்பீனிப் புரதம் (உ.அ. கொ.பு.) HDL
அடர்த்தி (கி/மி.லி)	0.92—0.96	0.96—1.01	1.01—1.06	1.06—1.21
அளவு (nm)	30—500	30—100	20—25	10—15
உட்கூறுகள் (Composition) விழுக்காடு				
1) கொலஸ்டிரால்	8	22	46	30
2) பாஸ்போ கொழுப்பீனி	7	18	22	29
3) முக்கிளசரைடு	83	50	10	8
4) ஒப்புப் புரதம் (Apo protein)	2	9	21	33
தலைமை வேலைகள்	கைலோமைக்ரான்கள் (Chylomicrons)	மிகக் குறைந்த அளவு அடர்த்தி உடைய கொழுப்பீனிப் புரதம் VLDL	LDL	HDL
	சிறு குடலிலிருந்து முக்கிளசரைடுகளைத் திசுக்களுக்குக் கொண்டு செல்லல்	கல்லீரலில் இருந்து முக்கிளசரைடு களைத் திசுக்களுக்குக் கொண்டு செல்லல்	கொலஸ்டிரால் நொதிகளைத் திசுக்களுக்குக் கொண்டு செல்லல்	கொலஸ்டிரால் திசுக்களிலில் இருந்து கல்லீரலுக்குக் கொண்டு செல்லல்

VLDL :— Very Low Density Lipo-protein
மிகக் குறைந்த அடர்த்தியுடைய கொழுப்பீனிப் புரதம்

LDL :— Low Density Lipo-protein
தாழ் அடர்த்திக் கொழுப்பீனிப் புரதம்

HDL :— High Density Lipo-protein
உயர் அடர்த்திக் கொழுப்பீனிப் புரதம்.



தாள் மின் பிரிகையில் கிடைத்த 5 வகை குடும்ப அதிபுரதக் கொழுப்பிரத்தத்தில் கொழுப்புப் புரதங்களின் அமைப்பு.

ஆகியன. வயிற்றுவலி மிக அதிகமாகவும் இருக்கலாம். இதற்குக் காரணம் கல்லீரல், மண்ணீரல் ஆகியன வீங்குவதாக இருக்கக்கூடும்.

வகை-*1* இந்த நோயுடைய சிறுவர்களின் இரத்த பிளாஸ்மா (Plasma) பால் போன்றிருக்கும். அதனைத் தெளியவைத்துப் (On standing) பார்க்கும்போது மேலே குழைவான (Creamy) அடுக்கு காணப்படும். மின் பிரிகை (Electrophoresis) செய்து பார்க்கும்போது கைலோமைக்ரான்களின் அளவு குறிப்பிடத்தக்க அளவு அதிகரித்தும், கொழுப்புப் புரதங்களின் அளவு குறைந்தும் தெரிகிறது. முக்கிளிசரைடுகளின் அளவுகள் மொத்தத்தில் உயர்ந்திருக்கும். கொலஸ்டிரால், பாஸ்போ கொழுப்பீனி ஆகியவற்றின் அளவுகளும் கைலோமைக்ரான்களில்உள்ள அளவுகளின் அதே விகிதத்தில் உயர்கின்றன. கொலஸ்டிராலில் 50 விழுக்காடு எஸ்டராக்கப்படாமல் (Unesterified) உள்ளது.

மேற்குறிப்பிட்ட முதல் வகை நோய்க்குக் காரணம் கைலோமைக்ரான்கள் இரத்த பிளாஸ்மாவிலிருந்து நீக்கப்படும் வளர்சிதை மாற்றத்தில் உள்ள குறைபாடு தான். ஆனால் கைலோமைக்ரான்களில் எந்தவிதக் குறைபாடும் இல்லை. லைசசோமால் அமிலக் கொழுப்புருக்கி உயிர்வினையூக்கி (Lysosomal acid lipase) யின் அளவு-இந்தவகை அதிநுண் கொழுப்புத் துளிகள்-இரத்தத்தில் மிகக் குறைவாக உள்ளது. இந்த அமிலக் கொழுப்புருக்கி உயிர்வினையூக்கி கொழுப்புத் துளிகிளிசரைடுகளின் நீராற் பகுத்தல் வினைக்கு வினையூக்கியாக உள்ளது. இது அடிப்போஸ்திசு, இதயம், பெரிய இரத்தக் குழாய்கள் ஆகியவற்றில் அதிகமாக உள்ளது. இதன் செயல்திறனை (Activity) ''ஹிபாரின் ஊக்கும் கொழுப்பீனிச் சிதைவு'' (Post heparin lipolytic Activity-PHLA)என்ற அளவீட்டின் மூலம் அளக்கலாம். எனவே இந்த முதல் வகை நோய் அமிலக் கொழுப்பீனி ஊக்கியில் குறைபாடு இருப்பதால் ஏற்படுகிறது. ஆனால் இதுவரை முதிரா இரத்த நாள நோயாகிய (Premature vascular disease) இரத்த ஓட்டக் குறைவு நோய் (Ischaemic heart disease)-க்கான ஆதாரங்கள் இல்லை.

சிகிச்சை (Treatment)

உணவில் அதிக கரி அணுக்களைக் கொண்ட முக்கிளிசரைடுகளைக் (Long chain glycerides) குறைத்து, குறைந்த கரியணுக்களைக் கொண்ட முக்கிளிசரைடுகளைச் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். (*10-20* கிராம்/நாள்) ஏனெனில் இவற்றின் கொழுப்பு அமிலங்கள் நேரிடையாகவே சிறு குடலிலிருந்து (Intestinal luman) கல்லீரலுக்குக் கைலோமைக்ரான்கள் உண்டாகாமலேயே எடுத்துச்செல்லப்படுகின்றன.

வகை-2:அதி β கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் (Tpya-2 Hyper β Lipo Propteinaemia)

இது பொதுவாகக் காணப்படும் அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்த வகையாகும். இந்த நோயில் இரத்தக் கொலஸ்டிராலின் அளவு அதிகமாக இருக்கும். தசை நாண்கள் (Tendons), கண் இமைகள் (Eyelids) பெரிய இரத்தக் குழாய்கள் ஆகியவற்றில் கொழுப்புப் பொருள்கள் படியும்.

குருதி நாள நோய் (Vascular disease), இரத்த ஓட்டக் குறைவு இதய ஆகியவை தொடக்கத்திலேயே ஏற்படலாம். பல படித்தான நோயாளிகளிடம் (Heterozygous) கொலஸ்டிரால் அளவு *300-500* மி.கி/*100* மி.லி ஆகவும், அரிதான ஒருபடித்தான நோயாளிகளிடம் (Rare homozygous) கொலஸ்டிரால் 2a-2b/*100* மி,லி. ஆகவும் உள்ளது. ஆனால் முக்கிளிசரைடுகளின் அளவுகள் வழக்கம் போலவே உள்ளன. முதல்தர நொதிக் குறைபாடு (Primary enzyme defect) என்னவென்பது இன்னும் சரியாக அறியப்படவில்லை.

சிகிச்சை

உணவில் நிறைவுற்ற கொழுப்புகளுக்குப் பதிலாக நிறைவுறாத கொழுப்புகளைச் சேர்த்துக் கொள்ளுதல்

மரபு வழி அதிபுரதக் கொழுப்பீனிப் புரத இரத்த வகைகள்

வகை	கண்டு பிடிக்க முடிந்த வயது	தோல் கொப்புளங்கள்: மறு இயல்பு Tendinous	தோல் கொப்புளங்கள்: கண்ணியியல்பு Tubetous	தோல் கொப்புளங்கள்: பொங்கியல்பு Eruptive	இரத்தநாள நோய் Vascular disease	கல்லீரல், மண்ணீரல் பெருக்க நோய் Hepato Splenomegaly	இயல்பு மீறிய குளுக்கோஸ் பொறுதி Abnormal G.T.T.*	ஹிபாரின் ஊக்கும் கொழுப்பீனிப் புரத லைபேஸின் செயல் பாடு PHLA **
1	10 வருடம்	0	0	++	0	++	இ	குறைவு
2	30 வருடம்	++	++	0	++	0	இ	இ
3	வயது வந்த பிறகு	++	++	+	++	0	++	இ
4	,,	0	+	+	++	+	++	இ
5	,,	0	0	++	+	+	++	இ

* — குளுகோஸ் பொறுதி சோதனை

0 — பொதுவாக இல்லை

இ — இயல்பு நிலை

++ — அடிக்கடி காணப்படுவது

\+ — எப்போதாவது தென்படுவது

பல படித்தான நோயாளிகளில் ஊன்நீர் (Serum) கொலஸ்டிராலின் அளவைக் குறைக்கிறது. மேலும் மருந்து சிகிச்சை முறைகளும் (கோலி பைப்ரேட், கொலஸ்ட்ராமைன்) பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இச் சிகிச்சை இதய நோய்களைச் குலறைக்கிறதா என்பது தெரியவில்லை.

வகை-3: அதி β கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம்

இந்த வகையான நோயாளிகளில் பலரை உள்ளங்கை மருக்கள், தோல் ஆகியவற்றில் தோல் கொப்புளங்கள் வருவதால்வயது வந்தநிலையில் அறிந்து கொள்ளலாம். இரத்தஒட்டக் குறைவு இதய நோயும் வழக்கத்துக்கான மாறான குளுகோஸ் பொறுதியும் (Abnormal glucose tolerance) இவர்களிடம் அதிகமாகக் காணலாம், கொலஸ்ட்ரால், முக்கிளிசரைடு இரண்டின் அளவுகளும் அதிகரித்திருக்கும். பல நோயாளிகள் பருமனாக இருப்பர். எடைக்குறைப்பு ஒரு சிறந்த சிகிச்சையாகும். தேவையான அளவு எடையை அடைந்தவுடன் 40-50 விழுக்காடு கலோரிகளைப் பல நிறைவுறாத கொழுப் பிலிருந்து (Polyunsaturated fat) பெறுவதன் மூலம் எடையை மாறாமல் வைத்திருக்கலாம்.

வகை-4: அதி Pre (முன்) β கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம்

இந்த வகைப் பாணி (Pattern) அகமரபியலான (Endogenous) அதி கொழுப்பீனி இரத்தத்தில் (Hyperlipaemia) காணப்படுகிறது. மின் பிரிகை முறை அதி முன் β புரதக் கொழுப்பிரத்தத்தைக் காட்டுகிறது. முக்கிளிசரைடு, கொலஸ்டிரால் இரண்டின் அளவுகளும் அதிகரிக்கின்றன. உணவில் அதிக மாவுப்பொருள் களை உட்கொண்டவுடன் முக்கிளிசரைடுகளின் அளவு இயல்புக்கு அதிகமாக மிகுந்திருக்கும். இதனாலேயே இது மாவுப்பொருள்களால் தூண்டடப்படும் (Induced) அதி முக்கிளிசரைடு இரத்தம் எனப்படுகிறது. ஆனால் இயல்பான உணவிலும் இயல்பு மீறிய அதிகரிப்பு தோன்றுகிறது.

சிகிச்சை

எடை கட்டுப்பாடு, உணவில் கார்போஹைடிரேட்டு களின் அளவைக் குறைத்தல், கொழுப்பைக் குறைக்கும் மருந்துகளை உட்கொள்ளுதல் ஆகியன.

பருமனானவர்கள் எடையைக் குறைத்த உடனே எண் ணெய் புரதப் பாணி (Pattern), குளுகோஸ் பொறுதி (G.T.T.) ஆகியவற்றில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங் களைக் காண இயலும்.

வகை-5: கைலோமைக்ரான் இரத்தமும், அதி முன் β கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் (Hyper Chylomicronaemia and Hyper Pre β Lipo Proteinaemia)

இந்த நோய்க் குறித் தொகுப்பு (Syndrome) கொண்ட நோயாளிகளுக்கு கைலோமைக்ரான்கள், முன் கொழுப்பீனிப் புரதங்கள் இரண்டின் அளவும் அதி கரிக்கின்றன. அதாவது முக்கிளிசரைடு, கொலஸ் டிரால் இரண்டின் அளவுகளும் அதிகரிக்கின்றன. நோயின் அறிகுறிகள் சாதாரணமாக வயது வந்தவுடன் தோன்றும். பொங்கியல்புத் தோல் கொப்புளங்கள், வயிற்றுவலி இரண்டும் பொதுவாகக் காணப்படும். குளுகோஸ் பொறுதி இயல்பு மீறி இருக்கும். ஆனால் பின் ஹிபாரின் ஊக்கும் கொழுப்பீனிச் சிதைவுச் செயல் பாடு குறைவதில்லை.

அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம், சர்க்கரை நோய், தைராய்டின் குறைஇயக்கம், அதிபுரதச் சிறுநீர் நோய், பித்தநாள அடைப்பு நோய் போன்ற தலைமைச் சீர் குலைவுகளில் துணைச் சீர்குலைவாக ஏற்படுகின்றது.

அதி புரதக் கொழுப்பிரத்த வகைகளை வேறுபடுத்தி யறிதல்

எந்த வகை அதிபுரதக் கொழுப்பிரத்தம் என்பதை அறிவதற்கு முன் முதன்மை நோய் ஏதேனும் உள்ளதா என்பதை ஆராய வேண்டும். ஏனெனில் சில முதன்மை நோய்களில் இது துணை நோயாகவும் தோன்றலாம். (எ.கா.) சர்க்கரை நோய், தைராய்டின் குறை இயல்பு, சிறுநீரக நோய்க் குறித் தொகுப்பு (Nephrotic syndrome), அடைப்புக் காமாலை மற்றும் பல.

	முதன்மை நோய்	அதிபுரதக் கொழுப்பிரத்த வகை
1.	சர்க்கரை நோய்	4 & 5வது-வகை
2.	தைராய்டு குறை யியக்கம்	2-வது வகை
3.	சிறுநீரக நோய்க்குறித் தொகுப்பு	4-வது வகை
4.	அடைப்புக் காமாலை (Obstructive Jaundice)	எஸ்டராக்கப்படாத கொலஸ்டிரால் அதிக மாதல், அதி பாஸ்போப் பிடீமியா.

முதன்மை நோய் எதுவுமின்றி அதி கொழுப்பீனிப் புரத இரத்தம் காணப்பட்டால் அந்த நோய் எந்த வகையானது என்பதை இரத்த மின் பிரிகை மூலமும், மேற்கண்ட அட்டவணைப் படியும் பிரித்தறியலாம்.

நூலோதி

1. M. W. Turner & B. Hulme, *The Plasma Proteins-an Introduction*.
2. C. A. Pasternak, *An Introduction to Human Biochemistry*.
3. Peter C Allen, Elezebeth A Hill & Alistarir M. Stokes, *Plasma Proteins* (Analytical & Preparative Techniques).

அதி மதுரம்

தாவரவியலில் இச்செடிக்கு கிளைசிரைசா கிலோப்ரா (Glycyrrhiza glabra Linn.) என்று பெயர். இது இருவிதையிலை அல்லி இணையாக் குடும்பமாகிய ஃபாபேசியைச் (Fabaceae=Papilionaceae) சார்ந்தது. அதிமதுரம் என்ற சொல்லுக்கு மிக இனிமை என்று பொருள். இது மிதவெப்ப நாடுகளில் வளர்கின்றது. ஆங்கிலத்தில் லிக்கோரிஸ் (Liquorice; Licorice) என்று கூறப்படுகின்ற அதிமதுரம் ஆசியாமைனர் (AsiaMinor) இராக் (Iraq), இரான் (Iran), மத்திய ஆசியா (Central Asia) ஆகிய நாடுகளிலிருந்து இந்தியாவில் இறக்குமதி யாகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள்: இது குறுஞ்செடி அல்லது புதர்ச் செடி; சுமார் 2 மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடியது. இலைகள் கூட்டு இலைவகையானவை; சிற்றிலைகள் இறகொத்த அமைப்பில் இருக்கும். மலர்கள் இலைக் கோணங்களிலுள்ள ஸ்பைக் (Spike) மஞ்சரியில் அமைந் திருக்கும்; அவை ஊதா நிறமுடையவை. இதன் காய் கள் தட்டையாக இருக்கும். விதைகள் அவரை விதை போன்ற வடிவத்திலிருக்கும். அவை புறத் தோலைப் பெற்றோ, பெறாமலோ இருக்கும். நில அடித்தண்டு உலர்த்தப்பட்ட சிலவற்றில் இணைந்திருக் கும்; நிலஅடித்தண்டுகளும், வேர்களும்தான் அதிமதுரம்

1. வேர்கள் 2. தண்டினத்தின் அடிப்பகுதி 3. ஒற்றைக்கற்றை மகரந்தத் தாள்கள் 4. மிலார் 5. வேரின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 6. பூ 7. அல்லி இதழ்கள் 8. விதை 9. கனி 10. மஞ்சரி

அல்லது லிக்கோரிஸ் என்று கூறப்படுகின்ற மருந்துப் பொருளாகும்.

பயிரிடும் முறை: பயிரிடும் நிலத்தை நன்கு உரமிட்டுப் பக்குவப்படுத்த வேண்டும். செடியின் தலைப்புகள் (Crown) அல்லது வேருடன் கூடிய நிலத்தண்டுத் துண்டு களை இரண்டு அடிக்கு ஒன்றாக வரிசையாக நடுதல் வேண்டும். இரு வரிசைகளுக்கும் இடையே மூன்றடி இடைவெளி விடவேண்டும். செடிகள் வேரூன்றும் வரை நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். விதைகளிலிருந்து பயிராக்கும் முறை வெற்றிகரமானதாக இல்லை. இப் பயிரை மூன்று அல்லது நான்கு ஆண்டுகளில் அறுவடை செய்து கொள்ளலாம்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: இது இருமல், மூச்சுக்குழல் அழற்சி (Bronchitis), வயிற்றுவலி, இழுப்பு, தொண் டைப்புண் ஆகிய நோய்களுக்கு மருந்தாகின்றது. பச்சை அதிமதுர வேரை வாயிலிட்டுச் சாற்றை மட்டும் விழுங்கினால் இருமலும், தொண்டைப்புண்ணும் குண மாகும். இது பானங்கள் செய்வதற்கும், கசப்பு மருந்து, மாத்திரைகளை இனிப்பாக்குவதற்கும் பயன்படும். இதைப் பொடி செய்து, வெண்ணெய், தேன் முதலிய வைகளுடன் கலந்து வெட்டுக் காயங்களுக்குப் பூசும் மருந்தாகப் பயன்படுத்துவார்கள். இலைகள் தலைப் பொடுகை நீக்க உதவுகின்றன. இதன் இனிப்புக்குக் கிளைசிரைசின் (Glycyrrhizin) என்ற பொருள் காரண மாகும். இது சர்க்கரையைவிட 50 மடங்கு இனிப் பானது. இதை ஊட்டநீர்மமாகவும் (Tonic), மூக்கஸ் சவ்வு (Mucous mebrane) புண்களைப் போக்குவதற்கும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலச் (Hydrochloric acid) சுரப்பைத் தூண்டுவதற்கும் பயன்படுத்துவார்கள். இதை அதிக அளவு உட்கொண்டால் நீர்க்கோவை (Oedema) ஏற்படும். அதிமதுரத்தின் சாற்றைப் புகை யிலையின் ஈரப்பசைக்குத் தகுந்தாற்போல் மணமூட்டு வதற்கும், இனிப்பூட்டுவதற்கும் உபயோகிப்பார்கள். மிட்டாய்கள், பீர் முதலியவைகளுக்கு மணமூட்டு வதற்கும் பயன்படும் பூச்சிக்கொல்லிகளில் (Insecticides) ஈரப்பசை ஏற்படுத்துவதற்கு இதைப் பயன்படுத்துவார் கள். இது சாராயத் தயாரிப்பில் ஈஸ்டு செல்களுக்கு (Yeasts) உணவாகின்றது. காளான் வளர்ச்சி ஊட்டக் கரைசலிலும் (Culture medium) பயன்படுத்துவார்கள். இலைகளில் நைட்ரஜன் சத்து 2.91% உள்ளது. இது நல்ல உரமாகப் பயன்படுகின்றது. தலைப்புண்ணுக்கு இதன் இலையை அரைத்துப் பற்றுப்போடுவார்கள். வியர்வை நாற்றத்தைப் போக்குவதற்கு இது பயன்படு கின்றது. இதை வெற்றிலை பாக்குடன் சேர்த்துச் சுவைக்கலாம். அதிமதுரம் விரும்பி உண்ணப்படும் இனிப்புப் பொருளாகும்.

எம்.எல்.லீ

நூலோதி

The wealth of India Vol. IV. pp. 287, CSIR. Publ, New Delhi, 1956.

அதி மின்னூட்டம்

அதிமின்னூட்டம் (Hypercharge) என்பது அடிப் படைத் துகள்களின் (Elementary particles) ஒரு பண் பினைக் குறிக்கும் ஒரு குவாண்டம் எண் (Quantum Number) ஆகும். அடிப்படைத் துகள்களில் ஏறக் குறைய சமமான நிறையுடைய துகள்கள் இணைக்கப் பட்டுத் தொகுப்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒரு தொகுப்பில் உள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையை அதன் அய்சோ தற்சுழற்சி (I) என்ற குவாண்டம் எண் வரையறுக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக I என்பது ஒரு பல்லிணைத் தொகுப்பின் அய்சோ தற்சுழற்சி எனில் அத்தொகுப்பில் உள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கை $(2I+1)$ ஆகும். புரோட்டானும், நியூட்ரானும் ஒரு தொகுப்பு ஆகும். எனவே, இதன் அய்சோ தற்சுழற்சி $\frac{1}{2}$ ஆகும். தற்சுழற்சி போல $\frac{1}{2}$ என்ற அய்சோ தற் சுழற்சி ஓர் ஊக வெளியில் $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$ என்று பிரிவுறு கின்றது. இதை அய்சோ தற்சுழற்சிக் கூறு (I_3) என்பர். ஒவ்வோர் அய்சோ தற்சுழற்சிக் கூறும் தொகுப்பில் உள்ள ஒரு துகளைக் குறிப்பிடும். எடுத்துக் கொள்ளப் பட்ட எடுத்துக் காட்டில், $+\frac{1}{2}$ புரோட்டானையும், $-\frac{1}{2}$ நியூட்ரானையும் குறிப்பிடும். இஃது அய்சோ தற்சுழற்சிக் கூறுக்கும் மின்னூட்டத்திற்கும் இடையே ஒரு தொடர்பு இருக்க வேண்டும் என்பதைத் தெரிவிக் கின்றது. நியூட்ரான் புரோட்டான்கள் அடங்கிய தொகுப்பிற்கு மின்னூட்ட எண் $Q = I_3 + B/2$

இதில் B என்பது பேரியான் எண்ணாகும். வியன் தன் மையுள்ள (Strange) பேரியான்களுக்கு மின்னூட்ட

எண் $Q = I_3 + \dfrac{B+S}{2}$ என்ற சமன்பாட்டால்

குறிப்பிடுவர். இதில் S என்பது வியன் தன்மையாகும். $(B+S)$ என்பது அதி மின்னூட்டம் ஆகும். இதை Y என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடுவர். இது ஒரு தொகுப்பில் உள்ள துகள்களின் சராசரி மின்னூட்டத்தைப் போல இமருடங்காகும்.

குறைவலிமை விசையால், பேரியான்களின் சிதைவு (Decay) நிகழ்கின்றது. இதை விளக்க அதிமின்னூட்டம் என்னும் குவாண்டம் எண் தேவைப்படுகின்றது. எல்லா இடையீட்டு வினைகளும் (Interactions) மின் னூட்டம் அழிவின்மை விதிக்கு உட்பட்டன; ஆனால் அதிமின்னூட்டம் குறைவலிமை விசையாலான இடை யீட்டு வினைகளைத் தவிரப் பிற இடையீட்டு வினை களில் மட்டும் அழிவின்மை விதிக்கு ஒத்துப்போகின்றன.

பொதுவாக, ஒரு பேரியானுக்கு அதிமின்னூட்ட எண் '1' ஆகும். மெசான்களுக்கு அதிமின்னூட்ட எண் '0' ஆகும். லெப்டான்கள் மிகு வலிமை விசை யாலான இடையீட்டு வினைகளில் பங்கு பெறாததால் அவற்றிற்கு வியன் தன்மைக் குவாண்டம் எண்ணும் அதிமின்னூட்ட எண்ணும் கிடையாது.

அட்டவணை

மெசான்களுக்கும் பேரியான்களுக்கும் உள்ள குவாண்டம் எண்கள்

துகள்கள்		அய்சோ தற் சுழற்சி T	அய்சோ தற் சுழற்சி மூன் றாம் பகுதி T_3	பேரியான் எண் B	வியன்தன்மைக் குவாண்டம் எண் S	மின்னூட்டம் Q	அதி மின் னூட்டம் Y
பை. மெசான்கள்	π^+	1	+ 1	0	0	+ 1	0
	π^0	1	0	0	0	0	0
	π^-	1	− 1	0	0	− 1	0
கே. மெசான்கள்	K^+	$\frac{1}{2}$	+ $\frac{1}{2}$	0	+ 1	+ 1	+ 1
	K^0	$\frac{1}{2}$	− $\frac{1}{2}$	0	+ 1	0	+ 1
	K^-	$\frac{1}{2}$	− $\frac{1}{2}$	0	− 1	− 1	− 1
η மெசான்கள்		0	0	0	0	0	0
	p-புரோட்டான்	$\frac{1}{2}$	+ $\frac{1}{2}$	+ 1	0	+ 1	+ 1
	n-நியூட்ரான்	$\frac{1}{2}$	− $\frac{1}{2}$	+ 1	0	0	+ 1
லாம்ப்டா ஹைபெரான்கள்	Λ	0	0	+ 1	− 1	0	0
சிக்மா ஹைபெரான்கள்	Σ^+	1	+ 1	+ 1	1	+ 1	0
	Σ^0	1	0	+ 1	1	0	0
	Σ^-	1	− 1	+ 1	1	− 1	0
ஒமேகா ஹைபெரான்கள்	Ω^-	0	0	+ 1	− 3	− 1	− 2

ஒரு துகளின் அதி மின்னூட்டஎண் 'Y' என்றால் அதன் எதிர்த்துகளின் அதிமின்னூட்ட எண் '—Y' ஆகும்.

இவ்வாறு பேரியான்களையும் அவற்றின் மின்னூட்டம், அதிமின்னூட்டம் இவற்றைக் கொண்டு இனம் பிரிக்கலாம்.

அட்டவணையில் மெசான்களுக்கும் பேரியான்களுக்கும் உள்ள குவாண்டம் எண்களின் மதிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அடிப்படைத் துகள்களில் சீரமைவுப் பண்புகள் ஒரு குறிப்பிட்ட கணக்கியல் சீரமைப்பு முறையில் (SU_3 Symmetry) அமைந்துள்ளன என்று கண்டுபிடித்துள்ளனர். இம்முறையை வரைபடங்கள் (Weight diagrams) மூலம் விளக்கலாம். அவ்வாறு வரைபடம் வரையும் போது அவ்வரைபடத்தில் அய்சோ தற்சுழற்சியின் மூன்றாம் பகுதி (I_3) ஓர் அச்சிலும் அதிமின்னூட்டம் (Y) மற்றோர் அச்சிலும் குறிக்கப்படுகின்றன.

மு.நா.சீ.

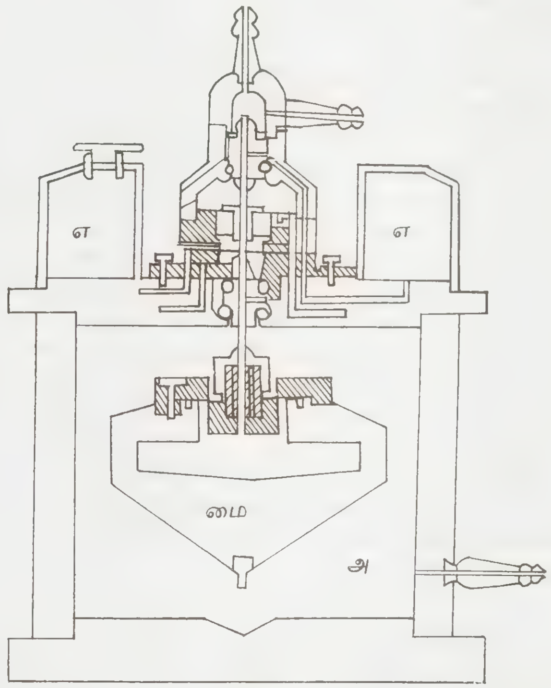
நூலோதி

1. **McGraw - Hill** *Encyclopaedia of Physics,* McGraw Hill Company-1983.

அதிமைய விலக்கி

பல்வேறு பொருண்மைகளுள்ள (Masses) துகள்களை ஒரு நீர்மத்தில் சேர்த்துக் கலக்கி அசையாமல் சிறிது நேரம் வைத்திருந்தால் அவை பொருண்மைக்கேற்றவாறு பிரிந்து படியத் தொடங்குகின்றன. இவ்வகையில் அவற்றைப் பிரிக்கலாம். அதைப் போலவே இத்தகைய துகள்களை மைய விலகு விசைக்கு உட்படுத்தினாலும் புவிஈர்ப்பைப் போல் பன்மடங்குள்ள விசை செயல்பட்டு வெவ்வேறு பொருண்மை கொண்ட துகள்கள் பிரிகின்றன. இயல்பான மைய விலகு விசைக் கருவிகளில் பொருள்கள் சுழற்றப்படும் வேகத்தைப்போல் டன்மடங்கு வேகமாக அவற்றைச் சுழற்றவும், சுழற்றுவதால் பிரியும் பொருள்கள் வெப்பச் சுழற்சியால் மீண்டும் கலவாமல் இருக்கவும் ஏற்ற அமைப்புகளை 1924ஆம் ஆண்டில் ஸ்வெட்பர்கு என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இவை அதிமைய விலக்கிகள் (Ultra centrifuge) எனப்படும். இவர் முதலில் அமைத்த எந்திரங்கள் புவிஈர்ப்பைப்போல் 5,000 மடங்குள்ள மைய விலகு விசை செயல்படுமாறு செய்யப்பட்டன. தற்காலத்தில் இவை இன்னும் செம்மைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தற்கால எந்திரங்கள் புவிஈர்ப்பைப்போல் 7,50,000 மடங்கு வரையுள்ள மைய விலகு விசை செயல்படுமாறு அமைக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் பொருள்கள் நொடிக்குச் சில ஆயிரம் சுழற்சி வரை சுழலும்.

மையவிலகு விசைக்கு உட்படுத்தப்படும் பொருளை ஒரு கலத்தில் வேகமாகச் சுழற்றும்போது கலத்தின் மேல் செயல்படும் விசையினால் அது சிதைந்து வெடித்து விடலாம். இதைத் தவிர்க்கக் கலத்தைச் சுற்றி அய்ட்ரஜன் (Hydrogen) வளிமத்தை நிரப்பி அது மெதுவாகச் சுற்றி வருமாறு செய்து கலம் குளிர வைக்கப்படுகிறது. உராய்வற்ற இருசுத் தாங்கிகளில் கலத்தைப் பொருத்தி எண்ணெயால் ஓடும் இரு சுழலிகளால் (Turbines) இது சுழற்றப்படுகிறது. மற்றொரு வகை எந்திரத்தில் ஓர் இரும்புக் கலம் ஒரு மின்காந்தத்தின் உதவியால் வெற்றிடத்தில் நிறுத்தி வைக்கப்பட்டுச் சுழலும் காந்தப் புலங்களால் வெகு வேகமாகச் சுழற்றப்படுகிறது. இத்தகைய அமைப்பில் உராய்வு என்பதே இல்லாமல் கலம் சீராகச் சுழலும்.



மை. மையவிசைக் கருவி அ. வெற்றிட அறை

எ. எண்ணெய் நிறைந்த கலம்

படம் 1. அதிமைய விலக்கி

அறிவியல் ஆராய்ச்சியில் அதிமைய விலக்கி ஓர் இன்றியமையாத ஆய்கருவியாக விளங்குகிறது. மருத்துவத்திலும் உயிரியலிலும் இது மிகவும் பரவலான வழக்கில் உள்ளது. பல உயிர்ப்பொருள்கள் உடலின் தூய இயக்க நிலையில் பெறப்பட்டு இதில் ஆராயப்படுகின்றன. இது புரோட்டீன்களைப் பற்றிய தெளிந்த அறிவு பெறவும், உயிரணுவின் பல சிறப்பியல்புகளை ஆராயவும் வழிவகுத்துள்ளது. வேதியியலில் உயர்ந்த எடை மூலக்கூற்றுப் பொருள்களை ஆராய இது திறம்பட உதவுகிறது.

நூலோதி

1. McGraw-Hill *Eneyclopaedia of Science & Technology* Vol. 14, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, New Yosk, 1977.

2. Robert H. Perry, Dongreen, *Perry's Chemical Engineers' Hand book*, 6th Edition, McGraw-Hill Book Company, New york, 1984.

3. கலைக் களஞ்சியம், தொகுதி 1, தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.

அதிர்ச்சி

இதயத்திலிருந்து உடலுக்குப் பாய்ச்சப்படும் இரத்தத்தின் அளவு குறைந்து அதனால் உடலின் திசுக்களில் நடைபெறும் பரிமாற்றம் (Perfusion) தடைப்படும் அல்லது குறையும் நிலையே அதிர்ச்சியாகும். இந்நிலை இரத்தக் குழாய்களிலேயே மிகவும் சிறியதான இரத்த நுண்குழல்களில் (Capillaries) ஏற்படும் இரத்தப் பற்றாக்குறையால் விளைவதாகும். இதனால் திசுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜனும் சத்துக்களும் தேவைக்கேற்ப வழங்கப்படாததோடு வளர்சிதை மாற்றத்தின்போது திசுக்களில் ஏற்படும் கழிவுப் பொருள்களும் வெளியேற்றப்படாமல் தேங்கிவிடும். இதனால் உடலில் கீழ்க் காணும் சிலமாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. அவையாவன:

மிகுநாடித் துடிப்பு, குறை இரத்த அழுத்தம், தோல் வெப்பக் குறைவு, ஆழமான வேகமூச்சு, உளக்குழப்பம், கண்மணித் தளர்ச்சி, உலர்வாய், சிறுநீர் குறைதல் ஆகும்.

அதிர்ச்சியைப்பற்றித் தெரிந்துகொள்ளுமுன் இரத்தச் சுற்றோட்டத்தைப் பற்றி அறிவது முக்கியம். இதயத்திலிருந்து வெளித்தள்ளப்பட்ட இரத்தம், பெருந்தமனி (Aorta) வழியாகத் தமனிகளை (Arteries) அடைந்து பின் கிளைத் தமனிகள் (Arteriolex) வழியாக இரத்த நுண்குழல்களை (Capillaries) அடைகிறது. இங்கே இரத்த நுண்குழல்களிலுள்ள இரத்தத்திலிருந்து ஆக்ஸிஜனும், சத்துப் பொருள்களும், திசுக்களும் – திசுக்களிலுள்ள வளர்சிதைமாற்றத்தின்போது ஏற்பட்ட கழிவுப் பொருள்கள் இரத்தத்திற்கும் பரிமாற்றம் செய்யப்பட்டு, இரத்தம் நுண்சிரைகளில் புகுந்து சிறுசிறு நுண்சிரைகள் இணைந்து பெரிய சிரையாகி, அதன்வழி இரத்தம் இதயத்தின் வலகு பகுதிக்கு மீண்டும் பாய்கிறது. இந்த இரத்தம்–நுரையீரலுக்கு அனுபப்பட்டுத் தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது. இரத்த அணுக்கள்-பிளாஸ்மா என்ற நீர்மத்தில் மிதக்கின்றன. இதனால் இரத்தம் குழாய்களில் பாயும் தன்மை பெறுகிறது. இம்முறைகளில் ஏதேனும் தடங்கல் ஏற்பட்டால் அதிர்ச்சி ஏற்படும்.

அதிர்ச்சி வகைகள்

70 கி.கிராம் எடையுள்ள உடலில் 5லிட்டர் இரத்தம் இருக்கிறது. இந்த அளவு குறைந்தால், இதய இரத்த நாள அனிச்சைகள் தூண்டப்படும்.

இதயத்திற்கு வரவேண்டிய இரத்தம் குறைவதால் இதயத்திலிருந்து வெளியேற வேண்டிய இரத்தத்தின் அளவும் குறைகிறது. இதனால் பெருந்தமனி, கபால தமனி ஆகிய இரத்தக் குழாய்களில் அழுத்தம் குறையும். இந்நிலையில் இரத்த அழுத்தத்தை ஒழுங்குபடுத்தப் பெருந்தமனி, கபால தமனிகளில் உள்ள அழுத்த ஏற்பிகள் தானியங்கிநரம்புகள் வழியாக (Autonomic Nervous System) நரம்பு அணுக்களின் நேரடி உணர்வு கடத்தல் மூலமோ, அண்ணீரகங்களில் அட்ரீனாலின் (Adrenalin) சுரப்பதாலோ இரத்த அழுத்தத்தைச் செம்மைப்படுத்த முயல்கின்றன. இவ்வனிச்சைச் செயல்களால், இதயத்துடிப்பின் வேகமும் திறனும் அதிகரித்து இதய இரத்த வெளித்தள்ளல் அதிகரிக்கும் (Cardiac Output). அதாவது, இரத்த நுண் குழல்கள், தேவையற்ற பகுதிகளில் சுருங்கும் (Contraction of Capillaries in the skin & Viscera). சிரைகள் சுருங்கி, இதயத்திற்கு அதிக இரத்தத்தைத் திரும்பச் செய்யும் இச்செயல்களால் தமனிகளில் இரத்த அழுத்தம் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டு உடலின் முக்கிய உறுப்புகளுக்கு முறையாக இரத்தம் வழங்கப்படும். எடுத்துக்காட்டாக இதயம், மூளை (Heart & Brain) ஆகியவற்றில் தொடர்ந்து இரத்த இழப்பு ஏற்பட்டு மொத்த இரத்தத்தில் 20—30 விழுக்காடு, குறைந்தால் இந்த ஈடு செய்யும் இயக்க முறையும் (Compensatory Mechanism) தோல்வியுற்று, இரத்த அழுத்தம் மேலும் குறைந்து அதிர்ச்சி உண்டாகும். பரிவு நரம்பு (Sympathetic Nerves) களின் வேகச் செயல்களால் நாடித்துடிப்பு மிகைத்தல், உடல் வெளுத்தல், தோல் வெப்பம் குறைதல், மிகை வியர்வை, கண்மணி (Pupil) விரிதல் ஆகியவையும், இரத்தக் குறைவால் திசுக்களுக்கு ஆக்சிஜன் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டுக் காற்று வேட்கையும் (Air Hunger), உளக்குழப்பமும் (Mental Confusion), சிறுநீரகத்துக்கு இரத்தம் குறைவதால் சிறுநீர் வடிதல் குறைவும் உண்டாகும். இவ்வாறு சிறுநீர் வடிதல் பெரும் அளவில் குறைவதால் சிறுநீரகத் தளர்ச்சி ஏற்படும். இரத்தச் சுற்றோட்டத்தில் இரத்தத்தின் அளவு 50 விழுக்காட்டிற்கு மேல் குறைந்தால் இறப்பு ஏற்படும். இரத்த ஒழுக்கால் மட்டுமே இரத்தச் சுற்றோட்டத்தில் இரத்தத்தின் அளவு குறைவதோடு, உடல் நீர் வற்றுதல், தீக்காயத்தால் இரத்த பிளாஸ்மா குறைதல், உடலுக்குத் தேவையான நீரை உட்கொள்ளாமை, அளவுக்கு மீறிய உடல் நீர் வெளியேறுதல் (பேதி) ஆகிய நிலைகளிலும் அதிர்ச்சி ஏற்படலாம்.

இதய இரத்த வெளிப்பாடு குறைவால் அதிர்ச்சி (Shock due to Inadequate Cardic Output)

இதயந் தமனிகளில் ஏற்படும் இரத்தக் கட்டி (Thrombus) அல்லது இரத்த உறைகட்டி (Emboli)

களால் இதயத் தசைகளுக்குத் தேவையான அளவு இரத்தம் வழங்கப்படாமல் இதயத்தசைத் திசுக்கள் இறந்துவிடும். இதனால் இதயச் சுருக்கம் தடைப்பட்டு இதய இரத்த வெளிப்பாட்டுக் குறைவால் தமனிகளி லுள்ள அழுத்த ஏற்பிகள் தூண்டப்படும். குறை இதய இரத்த வெளிப்பாடு மட்டும் அதிர்ச்சியை விளை விக்காது. எடுத்துக்காட்டு: நீடித்த இதயத் தளர்ச்சியில் (Chronic Cardiac Failure) இதய வெளிப்பாடு குறைதல்.

இரத்த உறை துகளால் நுரையீரல் அடைப்பு (Pulmonary emboli)

இரத்த உறைதுகள் நுரையீரல் தமனியை அடைத்துக் கொண்டால், நுரையீரலுக்குப் பாய வேண்டிய இரத்தம் தடைப்படும். இதனால் நுரை யீரலிலிருந்து இதயத்திற்கு வரவேண்டிய இரத்தம் குறையும். இதனால் இதயத் இரத்த வெளிப்பாடு குறைந்து அதிர்ச்சி ஏற்படும்.

பெருந்தமனியின் உள்பாளம் உரிதல் (Dissection of Aorta)

பால்வினைநோய், திசு அழிவு நோய்களால் பெருந் தமனியின் உள்பாளத் திசுக்கள் இறந்து உரிபடலாம். இதனால் பெருந்தமனியில் இரத்த ஓட்டம் தடைப் பட்டு, உடலுக்கு இரத்தம் வழங்குவது குறைந்து அதிர்ச்சி ஏற்படலாம்.

இதயத் திணறல்

இதயம் ஒரு மெல்லிய உறையால் (Pericardium) மூடப்பட்டுள்ளது. இவ்வுறை நார் அடுக்கு (Fibrous layer), சீர் அடுக்கு (Serous layer) என்ற இரு அடுக்கு களைக் கொண்டது. இதயம் சுருங்கி விரியும்பொழுது இதய இயக்கம் தடைப்படாமல் இருக்க இவ்விரு உறை களின் இடையில் இதய உறைப்பாய்மம் (Pericardiac fluid) என்ற பொருள் உள்ளது. இவ்வுறையில் காய மோ, அழற்சியோ ஏற்படுவதால் ஒட்டை ஏற்பட்டு, இதய உறைப்பாய்மம் இதய வெளி உறைக்கும் உள்ளடுக்கிற்கும் இடையே பெருகுகிறது. இவ்வாறு பாய்மத்தின் அளவு பெருகுவதால் இதயம் விரிவது தடைப்பட்டு, இதயத்திற்கு வரவேண்டிய சிரை இரத்தம் தடைப்படும். இதனால் இதய இரத்த வெளிப்பாடு குறைந்து அதிர்ச்சி ஏற்படும்.

இரத்தச் சுழற்சிப் பரப்பு அதிகரிப்பால் அதிர்ச்சி (Shock due to increased circulatory capacity)

இரத்த நுண்குழல்களும் (Capillaries), சிரைகளும் பரவலாக விரிவதால் இரத்தக் குழாய்களின் கொள் திறன் மிகும். இதனால் இரத்தக் குழாய்களில் போதிய அழுத்தமின்றி, அதிர்ச்சி வரலாம்.

நுண்ணுயிரிய அதிர்ச்சி (Bacteremic shock)

உடலில் நுண்ணுயிர்களால் எப்பகுதியில் நோய்த் தொற்று ஏற்பட்டாலும் அது இரத்த ஓட்டம் மூலம் உடலின் பல பகுதிகளுக்கும் பரவக்கூடும். இரத்தத்தில் பெருமளவில் நுண்ணுயிர் பரவுவதால், குறிப்பாகக் கிராம்நிற ஏற்பிகளான சூடோமோனாஸ் அல்லது கிளெப்சியல்லா (Pseudomonas, Klebsiella) நுண்ணுயிர் களால் (Bacteremia) அதிர்ச்சி ஏற்படலாம். இதனால் தோல் குளிர்ந்து, இரத்த அழுத்தம் குறைந்து, காய்ச்சல், மிகை நாடித் துடிப்பு, மிகு வியர்வை ஏற் பட்டு அதிர்ச்சியடைவர். ஸ்டாபிலோ காக்கசு, (Staphylo coccus,) ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கசு (Strepto coccus) ஆகியவற்றால் அதிர்ச்சி ஏற்பட்டால் இரத்தக் குழாய்த் தளர்ச்சி, தோல் வறட்சி, நிறை நாடித் துடிப்பு (Full volume pulse) ஆகியவை உண்டாகும்.

மிகை ஒவ்வாமை அதிர்ச்சி (Anaphylactic shock)

உடலில் அந்நிய புரதம், அல்லது பொருள்கள் புகும் போது, உடல் ஏற்றுக் கொள்ளலாம் அல்லது ஏற்றுக் கொள்ளாமல் எதிர்க்கலாம். இப்படி எதிர்க்கப்படும் பொருள்கள் மறுமுறை உடலில் புகும்பொழுது உடல் பெரிய அளவில் எதிர்ப்பைத் தெரிவிக்கும். இந்த நிலை யில் அதிர்ச்சி ஏற்படலாம். இதற்கு மிகை ஒவ்வாமை அதிர்ச்சியென்று பெயர் (முழு விளக்கம் காண்க — ஒவ் வாமை).

உளவழி அதிர்ச்சி (Psychogenic shock)

உளவழி அதிர்ச்சி, தசைகளின் இரத்தக் குழாய்கள் விரிவடைவதால் ஏற்படும். இதனால் மயங்கி விழும் நிலை (Painting) யில் இரத்த அழுத்தம் குறைந்து நாடித் துடிப்பு அதிகரிக்கும். தோல் குளிர்ந்து மிகை வியர்வை, தலை பாரக்குறைவு, நினைவிழப்பு (Unconsciousness) ஆகியவை ஏற்படும்.

மருந்தும் அதிர்ச்சியும் (Drugs & Shock)

நைட்ரஸ் ஆக்சைடு நீங்கலாக மற்ற எல்லா உணர் வகற்றி மருந்துகளும் இதயச் சுருக்கத்தைக் குறைக்கும்; இரத்தக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்யும். இதனால் தேவையான அளவு இரத்தம் உடலில் சுற்றாமல், பற் றாக்குறை ஏற்பட்டு, மேலும், வழக்கமான இரத்தச் சுற்றோட்ட அனிச்சைச் செயல் உணர்விழப்பால் செய லற்றதாகி அதிர்ச்சி ஏற்படலாம்.

நரம்பு வழி அதிர்ச்சி (Neurogenic shock)

இரத்தக் குழாய்களின் தசைத்திறன், அனிச்சை நரம்பு மண்டலத்தால் (Autonomic Nervous system) இயக்கப்படுகிறது. இந்நரம்புகள் வெட்டுண்டாலும் அல்லது இந்நரம்புகளின் உணர்வோட்டம் தடைப்பட் டாலும் இரத்தக் குழாய்களின் தசைத்திறன் தளர்ந்து விடும். தண்டுவட வழி உணர்வகற்றியைக் (Spinal Analsthesin) கொடுக்கும்போது ஊசி குத்தப்படும் பொழுது தண்டுவடத்தில் ஏற்படும் காயத்தால் இரத்த அழுத்தம் குறைந்து அதிர்ச்சி ஏற்படலாம்.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி (Endocrine causes of shock)

இரத்த அழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளுக்கு முக்கிய பங்குண்டு. (காண்க. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்),

செயலறு, மீளா அதிர்ச்சி (Refractory & Irreversible Shock)

செயலறு அதிர்ச்சி என்பது, அதிர்ச்சியுற்றவருக்குச் சிகிச்சையளித்தாலும் அவர் அதிர்ச்சி நிலையிலிருந்து மீளாதிருத்தல். இது காயங்களால் உடலின் உள்ளே இரத்த ஒழுக்கு ஏற்பட்டு அதனால் ஏற்படும் இரத்த இழப்பின் அளவை அறிய முடியாததால் இதற்குத் தகுந்த சிகிச்சை அளிக்க முடிவதில்லை. இதனால் இரத்த இழப்பு ஈடுசெய்யப்படாமல் அதிர்ச்சி தொடரும். சில சமயங்களில் அதிர்ச்சியுற்றதும் சிகிச்சை அளிக்கப்பட்டாலும், அதிர்ச்சியிலிருந்து மீளாமல் அதிர்ச்சி தொடரும். இத்தகையவர்களுக்குச் சிறப்புச் சிகிச்சைகள் அளித்தால், அதிர்ச்சியிலிருந்து மீள்வர். இது இயக்கத் தவறு அதிர்ச்சியாகும் (Physiological shock). இவ்விதச் சிறப்பு சிகிச்சைக்குப் பின்னும் மீளாவிட்டால், அது மீளா அதிர்ச்சியாகும்.

அதிர்ச்சியில் இதயப் பாதிப்பு

இரத்தப் பற்றாக்குறையால் இதயத் தசைத் திசுக்கள் ஒரேடியாகவோ தற்காலிகமாகவோ செயலிழக்கலாம்.

புற இரத்த ஓட்டம் (Peripheral Circulation)

பெரிய இரத்த நாளங்களில் இரத்த ஓட்டம் நரம்புகளின் கட்டுப்பாட்டிற்குள் இருக்குங்கால், சிறிய நுண் தந்துகிகளில் இரத்த ஓட்டம் தல வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களின் கட்டுப்பாட்டின் கீழ் அமைந்திருக்கும். இவ்வாறு தலத்திசுவின் தேவையானது தந்துகிகளின் சுருக்கு தசைகளை இயக்குவதனால், சிறிய பெரிய தமனிகளுககு இடையிலும், சிறிய பெரிய சிரைகளுக்கிடையிலும் மாற்று வழிகளை (Shunts) ஏற்படுத்தி, சிறு இரத்தச் சுற்றோட்டத்தைக் (Micro Circulation) கட்டுப்படுத்தும். இயல்பான நிலையில் உடலின் மூன்றில் ஒரு பகுதி தந்துகிகளே 5 விழுக்காடு இரத்தத்தைக் கொண்டுள்ளன. அதிர்ச்சி நிலையில் தமனிகளின் சுருக்கத்தால் திசுக்களுக்கான இரத்த ஓட்டம் குறைபட்டுத் தல கழிவுப் பொருள்கள் அதிகமாகித் தந்துகிகளின் சுருக்கு தசைகள் விரிவடைந்து எல்லாத் தந்துகிகளும் திறந்து கொண்டு மொத்த இரத்த அளவில் அதிகப்படியான இரத்தத்தைத் தம்மகத்தே கொள்கின்றன. மேலும் தந்துகிகளுக்கு அப்பாலுள்ள சுருக்கு தசைகள் குறைந்த அளவே விரிவடைவதால் இரத்தக் குறைவோட்டமும், பின் தேக்கமும் ஏற்பட்டு இரத்தம் இரத்த நாளச் சுவர்கள் வழியாகத் திசுவிற்குள் கசிகிறது. இதனால் உடல் மேலும் இரத்தச் சுற்றோட்டத்திற்கான இரத்தத்தை இழக்கிறது.

இரத்த நாளத்தின் உள்ளே பரவலாக இரத்தம் உறைதல் (Disseminated Intravascular Coagulation)

தந்துகிகளில் பரவலான இரத்த ஓட்டத் தேக்கம் இரத்தம் உறைதலுக்கு வழிவகுத்து, அதனால் உயிரணுக்கள் இரத்த ஓட்டம் இன்மையால் அழியவும் நேரிடுகிறது. நொதிகளால் (Enzymes) உறைகட்டிகள் (Clots) கரைந்து மீண்டும் இரத்த ஓட்டம் ஏற்படும் பொழுது அது நச்சு வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களை இதயம், சிறுநீரகம், கல்லீரல் போன்ற முக்கிய உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் சென்று மேலும் சேதத்தை ஏற்படுத்தி மீளா அதிர்ச்சிக்கு வழிகோலுகிறது.

நுண்ணுயிர் உள் நச்சு (Endotoxin)

நாய்களை வைத்து ஆய்வு செய்ததில் இரத்தக் கசிவால் உணவுப் பாதையில் சீதப்படல அழிவு ஏற்பட்டுக் குடல் வாழ் நுண்ணுயிரிகளோ, மாற்றுப்பொருள்களோ இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்து அதிர்ச்சி நிலையை மேலும் நீட்டிக்கும் எனத் தெரிய வருகிறது. ஆயினும் மனிதரிடத்தும் இதைப் போன்ற மற்றங்களே நடைபெறுகின்றனவா என உறுதியாகத் தெரியவில்லை.

ரெட்டிகுலோ நாளமில்லா முறை: Reticulo Endothelial System (**வலையக உள் தீலியமண்டலம்**)

இது இரத்த ஓட்டத்திலிருந்து நச்சுப் பொருள்களைத் தன்னகத்தே உறிஞ்சிக் கொள்ளும். ரெட்டிக்குலோ என்டோத்தீலியல் உயிரணுக்கள் உடல் முழுவதும் பரவியுள்ளன. அதிர்ச்சி நிலையில், இவ்வுயிரணுக்கள் செயலிழந்து நச்சுப்பொருள்கள் உடலில் கூடி அதிர்ச்சி நிலையை மேலும் நீடிக்கச் செய்யும். குறிப்பாக, குடலிலிருந்து இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கும் நச்சுப் பொருள்கள் கல்லீரலில் உள்ள ரெடிகுலோ என்டோத்தீலியல் உயிரணுக்களால் உறிஞ்சப்படுகின்றன. இவை குறை இரத்த அழுத்தத்தின்போது செயலிழக்கின்றன.

சிகிச்சையும் மீள்தலும்

அதிர்ச்சிக்கான சரியான காரணம் தெரிந்தால் அக்காரணத்தை நீக்கும் சிகிச்சையைத் தரலாம். இரத்த அளவு குறைவும், இதய இரத்த வெளியேற்றக் குறைவும் அதிர்ச்சிக்குக் காரணமானால் இது இரத்த ஒழுக்கால் ஏற்பட்டதே ஆகும். எனவே எவ்வளவு இரத்தம் ஒழுகியிருக்கும் என்பதை துல்லியமாகக் கணக்கிட்டு அதிர்ச்சி ஏற்படுவதைத் தவிர்க்காலம். எடுத்துக் காட்டாக அறுவைச் சிகிச்சையின்போது ஏற்படும் இரத்த இழப்பைக் கணக்கிட்டு, அதிர்ச்சி ஏற்படும்போது ஈடு செய்யலாம். விபத்துகளில் ஏற்படும் இரத்த ஒழுங்கைச் சரியானபடிக் கணக்கிட முடியாது. 70 கிலோ கிராம் எடையுள்ள ஒரு மனிதனுக்கு இரத்த ஒழுக்கினால் அதிர்ச்சி ஏற்பட்டால் பொதுவாகச் சிரை வழியாக இரத்தமோ, நீர்மமோ, ஏற்றி ஈடு செய்யலாம். மருந்துகளின் தேவையினை இரத்தத்தையோ, நீர்மத்தையோ, நாடித்துடிப்பையோ, இரத்த அழுத்தத்தையோ வைத்து அளவிட்டுச் சிகிச்சை அளிப்பர்.

தீக்காய அதிர்ச்சி

இதில் பெரிதும் ப்ளாஸ்மா (Plasma) வும், மின் பகுப்புப் பொருள்களும் (Electrolytic substances) இழக்கப்படும். இவ்விழப்பு தீக்காயத்தின் பரப்பையும், மனிதனின் உடல் அளவையும் பொறுத்தது. இதனைப் பொருத்தமான வாய்பாட்டின் மூலம் கணக்கிட்டு மேலே கண்ட இழப்பைச் சிரையின் மூலம் ஏற்றி ஈடு செய்ய வேண்டும்.

வறட்சியால் அதிர்ச்சி

உடல் நீர் சுண்டுவதால் இரத்தத்தின் அளவு குறைந்து அதிர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இதனை உப்பு அல்லது மின் பகுப்புப் பொருள்களைச் சிரைவழி ஏற்றி ஈடு செய்ய வேண்டும்.

பெருந்தமனி வீக்கம்

பெருந்தமனியில் தளர்ச்சி ஏற்பட்டுப் பிளப்பு ஏற்படுவதனால் (Dissection of the Aorta) வழக்கமான இரத்தச் சுற்றோட்டத்திற்கான இரத்தத்தின் அளவு குறைந்து அதிர்ச்சி ஏற்படும். இதனை இடைக்கால ஏற்பாடாகச் சிரைவழி நீர்மத்தையோ, இரத்தத்தையோ ஏற்றி ஈடு செய்தாலும் அறுவை முறையே நிலையான சிகிச்சையாகும். இதய உறைக் கசிவு மூலம் அதிர்ச்சி ஏற்பட்டிருந்தால் உடனடியாகக் கசிவை நீக்கி ஓட்டையை அடைக்க வேண்டும். நுண்ணுயிரியல் அதிர்ச்சியாக இருந்தால் உடலில் உள்ள சீழை உடனடியாக அகற்ற வேண்டும். நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளும், மின் பகுப்புப் பொருள்களும் உடன் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

மிகை ஒவ்வாமை அதிர்ச்சி

இதற்கு எபிநெப்பரினை (Epinephrine) ஊசி மூலம் ஏற்ற வேண்டும். இஸ்டமின் எதிர்ப்பிகளும் (Antihistamines), மூச்சுக் குழல் விரிப்பிகளும் (Bronchodilators) கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

உளவழி அதிர்ச்சி

தலையைச் சற்றுத் தாழ்த்தி, உடலை மல்லாத்திப் படுக்க வைத்து ஓய்வு அளிக்க வேண்டும்.

மருந்தால் அதிர்ச்சி

இரத்த நாளச் சுருக்கிகளைக் (Vaso constrictors) கொடுக்க வேண்டும்.

நரம்பியல் அதிர்ச்சி

கால்களை உயர்த்தி இரத்த நாளச் சுருக்கிகளை அளிக்க வேண்டும்.

மீளா அதிர்ச்சி (Refractory Shock)

நோயாளி அதிர்ச்சியிலிருந்து மீளாவிட்டால் மின் பகுப்புப் பொருள் நீர்மத்தை அதிகரிக்க வேண்டும். நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள், ஆக்சிஜன் டிஜிட்டாலிஸ் (Digitalis) ஆகியவை தரப்பட வேண்டும்.

மீள்தல்

இரத்த ஒழுக்கால் ஏற்படும் அதிர்ச்சிக்கு உடனடியாகச் சிகிச்சை அளித்தால் நோயாளி பெரும்பாலும் மீள்வார். இதய வழியான அதிர்ச்சியினால் 80 விழுக்காட்டினர் உயிரிழப்பர். நுண்ணுயிர் நச்சேற்றத்தால் ஏற்பட்ட அதிர்ச்சியினால் 50 விழுக்காட்டினர் இறப்பர்.

கே. ந.

நூலோதி

1. *Encyclopaedia Britannica*, Published by W. G. Press, Edition, 1982.
2. **D. J. Weatherall, J. G. G. Lebingham & Warrell.** *Oxford Text Book of Medicine*, Oxford University Publication, Volume-1 1983.

அதிர்ச்சி அலை

மீள் தன்மையுடைய ஊடகங்களான காற்று, நீர் அல்லது ஒரு திண்மப்பொருளில், ஒலியைவிட அதிக வேகத்தில் செல்லும் வானவூர்தி, மின்னல் அல்லது திடீரென்று அழுத்தத்தில் மாறுதல்களை ஏற்படுத்தும் ஆற்றல்வாய்ந்த வெடி ஆகியவற்றால் உண்டாகும் பலமான, மீயமுத்த அலையே அதிர்ச்சி அலை எனப்படும். இவ்வாறு காற்று அல்லது மற்ற பாயும் ஊடகங்களில், திடீரென்று அழுத்தம், அடர்த்தி வேகம் ஆகியவற்றில் மாறுதல்களைக் கொண்டுள்ள கிளர்ச்சியுற்ற சிறிய பகுதியாக (அல்லது அலைப்பரப்பாக) அதிர்ச்சி அலைகள் இருப்பதால், இவை ஒலி அலைகளிலிருந்து மாறுபடுகின்றன. குறிப்பாக இவை ஒலியைக் காட்டிலும் வேகமாகச் செல்வதுடன் இவற்றின் அலைவீச்சு அதிகரித்தால், வேகமும் அதிகமாகிறது. ஆனால் அதிர்ச்சி அலையின் திறனில் ஒரு பகுதி அது பாயும் ஊடகத்தினை வெப்பப்படுத்துவதில் செலவழிக்கப்படுவதால், இதன் திறன் ஒலி அலையைக் காட்டிலும் வேகமாகக் குறைகிறது.

காற்றில், வெடிகளால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி அலையின் அலைவீச்சு (அதிர்ச்சி அலை மிகவும் வலுவற்று ஒலி அலைகளின் விதிகளின்படி செயல்படும் வரை) அலை செல்லும்தொலைவின்இருமடியுடன் எதிர்விகிதத்திலுள்ளது. அதிர்ச்சி அலைகள் திண்பொருள்களின் இயக்கம், மின்சாரம், வெப்பத் தன்மை ஆகியவற்றை மாற்றுவதால் இவை பொருள்களின் நிலைச் சமன்பாட்டினை (ஒரு பொருளின் அழுத்தம், வெப்பநிலை, பரிமாணம் இவற்றுக்கிடையே உள்ள தொடர்புகளை) ஆராய்வதற்கு உதவுகின்றன.

அதிர்ச்சி அலைகள் ஏற்பட்டுப் பரவும் வகையும் விளைவுகளும்

அலையை உண்டாக்கும் ஒரு பொருள், தான் ஏற்படுத்தும் இயக்கத்தை விட வேகமாக நகர்ந்தால் வில்

அலை (Bow wave) ஏற்படுகிறது. கப்பல் நீரில் செல்லும் போது ஏற்படும் அலையியக்கம் வில் அலைக்கு எளிமை யான எடுத்துக் காட்டாகும். இதற்கு மாறாக, ஒலியை விட விரைவாகச் செல்லும் வானவூர்தியால் ஏற்படும் வில்அலை முப்பரிமாணங்களைக் கொண்ட அதிர்ச்சி அலையாகிறது. இவ்வகையில் உண்டாகும் அலையின் முகடு. ஊர்தியை உச்சியில் கொண்டு, அது பறக்கும் திசையில் அச்சினைக் கொண்ட ஒரு கூம்பு வடிவில் அமைகிறது.

தொடக்கநிலை அலையின் முகடு காற்றில் செல்லும் போது, காற்று இறுக்கப்பட்டு அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. இதனால் வானவூர்தியின் பின் பகுதி யிலிருந்து வரும் அலைகள் முன்னாலுள்ள அலைகளை வேகமாகத் தொடர்ந்து ஓர் அழுத்தமான அலைப்பகுதி யாக மாறி, ஒலிமுழக்கத்தை உண்டாக்குகிறது. மீயழுத்தத்தில் ஒலி வேகமாகச் செல்வதால், இந்த அழுத்தப்பகுதி அலைகளில் வளைவையும் விளைவிக் கிறது. அதிர்ச்சி அலையின் உச்சியிலுள்ள அலைமுகடு, தான் செல்லும் திசைக்குத் தனது பிற்பகுதியை விட அதிகக் கோணத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

காற்றில், ஒலியை விட வேகமாகத் துப்பாக்கிக் குண்டு செல்லும் போது, அதன் பின்னால் அதிர்ச்சி அலை ஏற்பட்டுக் குண்டைத் தொடர்கிறது.

சாய்ந்த அதிர்ச்சி அலை ஒலியை விட அதிக வேக மாயுள்ள பாய்புலத்தில் அலைபாயும் திசைக்கு ஒரு புற மாகச் சாய்ந்த கோணத்தில் செல்லும் அதிர்ச்சி அலை, சாய்ந்த அதிர்ச்சி அலை எனப்படும்.

பாயும் இயக்கப் பொறியியலில் ஒரு கால்வாய் வழி யாக ஒரு பாயும் பொருள் சென்று நுண்குழல் மூலம் வெளியேறும் போது, பாய்பொருளின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்துச் சாதாரண அல்லது சாய்ந்த அதிர்ச்சி அலை, நுண்குழலுக்கு அப்பால் ஏற்படுகிறது.

அதிர்ச்சி அலைகள் இருப்பதை அறிய ஷ்லீரென் ஒளிப்படங்கள் (Schlieren Photography), பொருள்கள் மேல் ஒலியைவிட வேகமாகச் செல்லும் அலைகளின் நிழல் வரைபடங்கள் முதலிய சிறப்பான நுட்பங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பல்வேறு வடிவங்களுடைய நிலையான பொருள்கள் மீது ஒலியை விட அதிக வேகத்தில் செல்லும் அலைகளைச் செலுத்திச் செய்யப் படும் காற்றுக்குகை ஆய்வுகளில் இவை இரண்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வானூர்தியின் முனையைப் போன்று மழுங்கிய முனையுடன் ஒரு பொருளிருந்தால், இதனால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி அலை ஏறக்குறைய பர வளைய வடிவிலுள்ளது என இந்த ஆய்வுகள் காண்பித் துள்ளன.

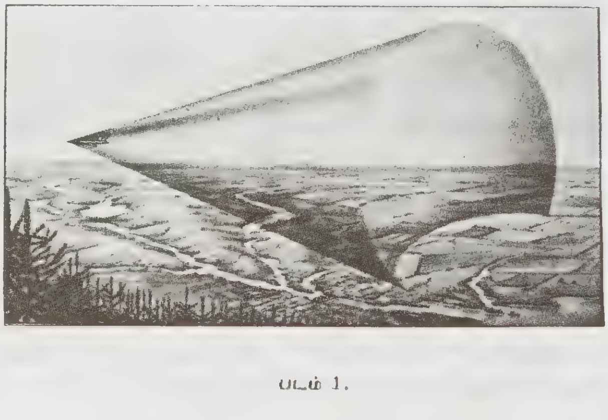
கடல்மட்டத்தில் அதிர்ச்சி அலைகளுக்கிடையில் உள்ள இடைவெளி 0.0000003048 மீட்டராக உள்ளது. அதிக உயரங்களிலுள்ள மெலிந்த காற்றுப் பகுதியில் படிப்படியாக மாறுதலடைந்து 76200மீட்டர் உயரத்தில் 0.64 செ.மீ.நெருக்கத்துடன் உள்ளது. ஒரு வலிவான ஒலி சிறிது தொலைவு சென்றவுடன் அதிர்ச்சி அலையாக மாறுவதால், வெடியதிர்ச்சி (Bomb blast) அதிர்ச்சி அலையை உண்டாக்குகிறது. இதுவே, சில சமயங்களில் வெடிக்கும் போது மிகுந்த கேடு விளை விப்பதாய் அமைகிறது. ஏவுகணை முனைகளில் ஏற் படும் ஒளிரும் பகுதியிலுள்ள பாதைக்கு (Stream) சுற்றிலுமுள்ள அதிர்ச்சி அலைகள் உதவுகின்றன.

அதிர்ச்சி அலைகள் மற்ற பல்வேறு அலைகளைக் காட்டிலும் அதிகம் சிக்கலானவை. எதிரொலிக்கும் பரப்புகளில் எதிரொலிக்கப்படும் அதிர்ச்சி அலைகள், படுகோணத்துக்கும் மீள் கோணத்துக்கும் (Critical angle) இடையிலுள்ள சம விதிக்குக் கீழ்ப்படிவதில்லை. மாறுநிலைக் கோணத்தில் வழக்கமான எதிரொலிப் பிற்பூப் பதிலாக மாக் எதிரொலிப்பு (Mach reflection) நிகழ்கிறது. இதில் மூன்றடுக்கு அதிர்ச்சி அமைப்பு உண்டாகிறது.

இரு வளிமங்களுக்கிடையே உள்ள பரப்பில் மோதும் ஓர் அதிர்ச்சி அலை செலுத்தப்பட்ட அலையாகவும், எதிரொலிக்கப்படும் அலையாகவும் பிரியும். இடைப் பரப்பிலுள்ள நிலவரங்களுக்கேற்ப எதிரொலிக்கப் பட்ட அலை அதிர்ச்சி அலையாகவோ, அழுத்தம் குறைந்த அலையாகவோ மாறும்.

ஒலி முழக்கம்

ஒலிமுழக்கம் தெளிவான அழுத்தக் கிளர்ச்சியாத லால், இவை நமக்கு இடி முழக்கம் போன்று கேட்கும். இடி முழக்கம் கூட, மின்னல் தாக்கலால் ஏற்படும் ஒலி முழக்கமே ஆகும். வானவூர்தியால் ஏற்படும் ஒலி முழக்கம் தொடர்ந்து இருப்பதுடன், ஊர்தி ஒலியை விட அதிக வேகத்தில் செல்லும்போது, இதுவும் தொடர்ந்து நகர்கிறது. இவை கூம்பு வடிவ அமைப் பில் ஊர்தியிலிருந்து விலகிப் பரவுகின்றன (படம்—1) இவ்வமைப்பு ஊர்தியுடன் நகரும்போது, கீழே நிலத் தைத் தொடும் பகுதி ஒரு பரவளையம் ஆக அமைந்து, அது உள்ள இடங்களில் எல்லாம் இந்த ஒலிமுழக்கம் கேட்கும். இதன் வலிமை அல்லது மீயழுத்தம் இது ஏற்பட்ட இடத்திலிருந்து விலகிச் செல்லச் செல்ல



படம் 1.

ஏற்றவாறு குறைகிறது. இந்த மிகையழுத்தம் ஊர்தியின் பருமம், எடை, வடிவம், காலநிலைகள் முதலிய மற்ற காரணிகளால் வேறுபடுகிறது.

இது தொடர்பான ஆய்வுகள் ஒலிமுழக்கத்தால் சாளரக் கண்ணாடிகள் உடைதல், சுவரின் மேற்பூச்சுக்களிலும், கூரையிலும் மெல்லிய விரிசல் ஏற்படல் போன்ற கட்டடங்களுக்கு ஏற்படும் கெடுதல்களின் வாய்ப்புக் கூறுகளைத் தெளிவாக்கின. ஒரு சதுர மீட்டரில் 7.3 கி.கிராம் அளவுக்குக் கீழேயுள்ள மிகையழுத்தங்கள் இவைபோன்ற அழிவுகளை ஏற்படுத்துவதில்லை என இவை காண்பித்தன. திரும்பத் திரும்ப ஏற்படும் ஒலிமுழக்கத்தையும், குறிப்பாகப் பொதுமக்கள் வாழும் இடங்களுக்கு மேல், வானத்தில் ஒலியைவிட அதிக வேகத்தில் செல்லும் ஊர்திப் போக்குவரத்து ஏற்படுத்தும் விளைவுகளையும் ஆராய வேண்டிய இன்றியமையாமை தற்போது உள்ளது.

வான் வெளியிலிருந்து விண்கற்கள் காற்றுமண்டலத்தில் நுழைந்து பூமியில் விழும்போது, இவை ஒலியை விட அதிக வேகத்தில் செல்வதால் அதிர்ச்சி அலை அல்லது ஒலிமுழக்கம் உண்டாகிறது. இந்த ஒலி துப்பாக்கிக்குண்டு வெடிப்பது போலவோ, இடிமுழக்கத்தைப் போலவோ, இருப்பதுடன் பொதுவாக, இடி முழக்கத்தைப் போன்று தொடர்ச்சியான எதிரொலிகளைக் கொண்டுள்ளது.

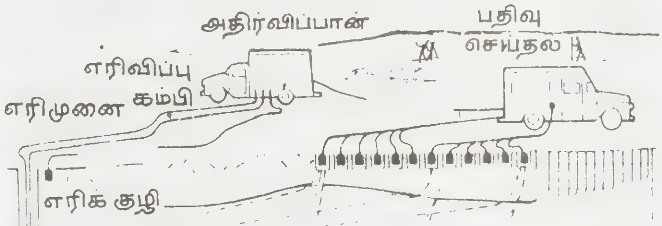
வெடியதிர்ச்சி (Bomb blast) அதிக ஆற்றலுள்ள வெடிமருந்துகள் வெடிக்கும் தத்துவம், அதிர்ச்சி அலைக்கு ஏற்படும் பொருள் திணிவு, உந்தம் (Momentum), ஆற்றல் முதலிய இயற்பியல் மாற்றங்களின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. ஒரு வெடி வெடிக்கும் போது, வெடிக்கும் பொருள்களைச் சூடாக்கவும், அதிக வெப்பத்திலும் (அதாவது 5205°C), காற்றழுத்தத்தைப் போல் 200000 மடங்கு அதிக அழுத்தத்திலும், வெப்ப இயங்கியல் துறையில் (Thermodynamics) அதிர்ச்சி அலைகளைப் பரவச் செய்வதற்கும், வெடி மருந்தின் வேதியியல் கலவையின் திறன் பயன்படுகிறது. வெடித்தலில் குறிப்பிடத்தக்க கூறு எதிர்விளைவான அதிர்ச்சி அதாவது அதிர்ச்சி அலை அதனுடன் தொடர்ந்து நிகழும் வேதியியல் வினையுடன் ஏற்படுகிறது.

வெடிகளில் வெடிக்கும் முன் தீக்கொழுந்தின் பரப்பு அதிகரித்து, அடுக்கடுக்காக இருந்து பின் கொந்தளித்துப் பாய்ந்து முன்னேறும்போது அதிர்ச்சி அலை ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் அதிர்ச்சி அலை அழுத்தப்பட்டு இதனால் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. வெடி மருந்து கொளுத்தப்பட்டு வெடிக்கத் தொடங்குகிறது. அதிர்ச்சி அலையுள்ள எரியும் பகுதி வெடியலையாக (Detonation wave) உருவாகிறது. எரியும் நுட்பத்தால், வெடித்தல் எரிதலிலிருந்து மாறுபடுகிறது. தவிர, வெடிக்கும் போது, வளிம வெடிப் பொருள்கள் ஒலியை விட மிக அதிக வேகத்தில், அதாவது நொடிக்கு 2.5 கி.மீ வரையிலும், திண்ம, நீர்ம வெடிப்பொருள்கள் 8.9 கி.மீ. வரையிலும் பரவுகின்றன.

அதிர்ச்சி அலையின் பயன்பாடும் பயன்களும்

புவியில் எண்ணெய், தாதுப் பொருள்கள் முதலியவை இருக்குமிடத்தைக் கண்டுபிடித்தல், கட்டடங்களில் கால்கோளை (Foundation) ஆராய்தல் முதலியவற்றில் அதிர்ச்சி அலைகள் பயன்படுகின்றன.

ஒரு பொருளின் மீள்திறன் தன்மைகளைப் பொறுத்தவாறு, அதிர்ச்சி அலைகள் புவிப் பொருள்களில், ஒரு நொடிக்குச் சில நூறு மீட்டர்கள் வேகத்திலிருந்து பல ஆயிரம் மீட்டர் வரை வேகத்துடன் செல்லும் என்பதுடன், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இடங்களுக்கு நடுவே செல்ல, ஒரு தூண்டப்பட்ட அதிர்ச்சி அலை எடுக்கும் நேரத்தைச் சரியாக அளக்க முடியும். (படம்-2). எதிரொலிக்கப்பட்ட (அதாவது நேரடியாகத் திரும்பிய) அதிர்ச்சி அலைக்கும், விலகிய (அதாவது வளைந்த) அலைக்குமிடையே உள்ள வேறுபாடுகளை அளக்குமாறு மேற்பரப்பில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பல கருவிகளில் அதிர்ச்சி அலைகள் பதியப்படுகின்றன.



படம் 2.

இயற்கைப் பொருள்களினூடே இவ்வலைகள் செல்லும் வேகத்தை ஏற்கனவே அறிந்திருந்தால், எதிரொலிக்கப்பட்ட அலையும் விலகிய அலையும் வந்து சேரும் காலவேறுபாட்டினைக் கொண்டு, மேற்பரப்பிலிருந்து கனிமப்பகுதியின் ஆழத்தையும், நிலத்தடியில் வெவ்வேறு அடுக்குகளின் மாறுதல்களையும் இதன் மூலம் கணக்கிட இயலும்.

பொறியியல் துறையில், நிலத்தின் மேல் மட்டத்திலிருந்து மணற்பகுதிகள் இருக்கும் ஆழத்தை அறியவும், இரண்டு ஆழ் துளைகளுக்குமிடையே உள்ள கீழ்ப்பகுதியின் புவியியல் அமைப்பின் வேறுபாடுகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் குறிப்பாக இம்முறை பயனுள்ளதாக இருக்கிறது. தவிர நிலத்தடியில் பெரும் பரப்புள்ள எண்ணெய் வளத்தினைக் கண்டறியவும் இம்முறை உதவுகிறது. இவ்வாறே பாறைகள், படிமங்களுக்கிடையே உப்பு இருப்பதும் அறியப்படுகிறது.

அண்டக் கதிர்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் ஸெரன்கோவ் கணக்கிடும் கருவியில் (Cerenkove counter) அதிர்ச்சி அலை பயன்படுகிறது. ஒளிபுகும் ஓர் ஊடகத்தில் ஒளியைவிட அதிக வேகத்தில் செல்லும் மின்னேற்றத் துகள்கள் (Charged particle) மின்காந்த அதிர்ச்சி அலையை உமிழும் என்ற கோட்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு இக்கருவி இயங்குகிறது.

புதிய வானியல் தொழில் நுட்பத்தில், அதிக வெப்பத்திலுள்ள வளிமங்களில், மூலக்கூறுகளிடையே உள்ள விசைகளை ஆராய அதிர்ச்சி அலை பயன்படுகிறது. இது தொடர்பான ஆய்வுகளில் மிக அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள (அதாவது 10,000,000°C) வளிமத்தை ஏவுகணையின் (Rocket) நுண்குழல் வழியே பாயச் செய்து, இதன்மூலம் வளிமங்களின் அணுக்களிலுள்ள பொருள்கள் ஆராயப்படுகின்றன.

வானிலை ஆய்வுகளில் அதிர்ச்சி அலைகள்

அதிர்ச்சி அலைகளினால் வெப்பத்தை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படும் எளிதான முறையில், எறிவெடி குண்டுகளை (Grenades) வான்வெளியில் அதிக உயரத்தில் அனுப்பி, செங்குத்தாக ஏறத்தாழ 5 கி.மீ. இடைவெளியில் அவை வெடிப்பதைப் பதிவு செய்கிறார்கள். இத்துடன் ஒவ்வொரு முறையும் குண்டு வெடித்த பின்னர், இதனால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி அலைகள் பூமியை அடைய எடுக்கும் நேரத்தையும் அளக்கிறார்கள். இந்நேரம், காற்றின் சராசரி வெப்பநிலையையும், எறி வெடிகுண்டுக்கும் பூமிக்கும் இடையே உள்ள காற்றுமண்டல உயரத்தையும் பொறுத்தது. வெப்பம், காற்று இவற்றின் விளைவுகளைத் தனியே அறிந்து, சராசரிக் காற்று மண்டல உயரத்தையும், வெப்பநிலைகளையும் இதனால் கணக்கிட முடியும்.

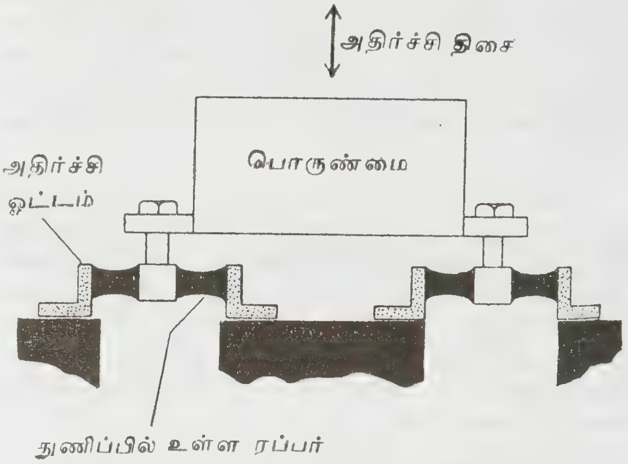
இரா. வே.

நூலோதி

1. *Encyclopedia Americana*, Vol-25, Americana Corporation-1980.
2. John G. Kirkwood, *Shock & Detonation waves*, Gordon, 1968.

அதிர்ச்சி ஏற்பி

ஓர் எந்திர அமைப்பின் பொருண்மையிலோ (mass) அல்லது அதன் ஏதாவதொரு பகுதியின் பொருண்மையிலோ ஏற்படும், சட்டகத்தைச் (frame) சார்ந்த, சார்பு முடுக்கத்தைக் குறைக்க உதவும் வில்சுருள் (spring), ஒடுக்கக்கலம் (dashpot) அல்லது இரண்டும் இணைந்த அமைப்பே அதிர்ச்சி ஏற்பி (Shock Absorber) எனப்படும்.

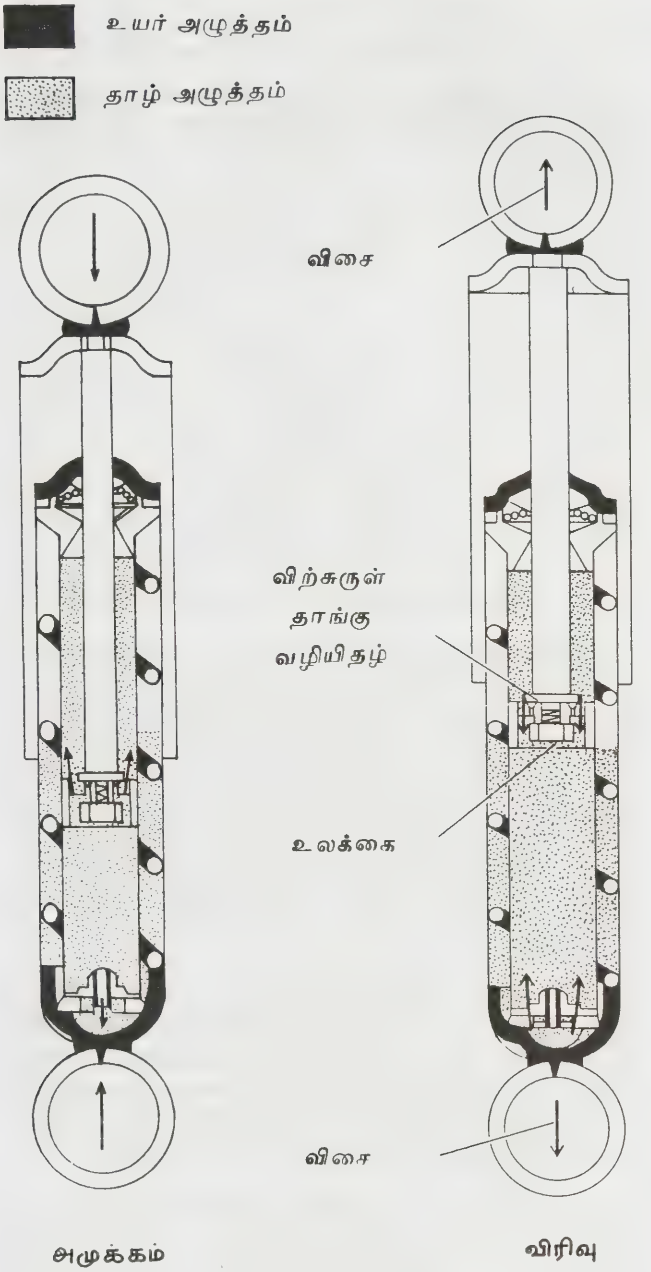


படம் 1. வில்சுருள் வகை அதிர்ச்சி ஏற்பி

வில்சுருள் வகை அதிர்ச்சி ஏற்பி (படம்1) மென்மையான இயங்கமைப்புகளை, நேரடித் தாக்குதலிலிருந்தும் கணநேரத் திடீர்ச்சுமைகளிலிருந்தும் காக்கப் பயன்படுகிறது. தாங்கமைப்பின் இயற்கை அலைவெண்ணையும் விசையூட்டிய அலைவெண்ணையும் கருத்திற் கொண்டு வில்சுருளை வடிவமைக்க வேண்டும். வில்சுருள் ரப்பர் அல்லது மீட்சிப் பண்பு மிக்க பொருள்களால் செய்யப்படுகிறது. காண்க, அதிர்ச்சி தனிப்படுதல் (Shock isolation).

ஒடுக்கக்கல வகை அதிர்ச்சி ஏற்பியைத் (படம் 2) தானியங்கியின் வில் தொங்கமைப்பில் உள்ள நேர்ச் செயல் அதிர்ச்சி ஏற்பி மூலம் விளக்கலாம். இந்த அமைப்பு வில்சுருளின் இயக்கத்தை ஒடுக்கிக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. இங்கு ஒரு குறுகிய வழியில் பாய்மத்தை விசையுடன் செலுத்துவதால் பொருண்மையின் இயக்க ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுவதால் இயக்கம் ஒடுக்கப்படுகிறது. வெப்பம் கதிர் வீச்சாலும், கடத்துகையாலும் அதிர்ச்சி ஏற்பியிலிருந்து வெளியேறி விடுகிறது. காண்க, அதிர்வு ஒடுக்கல் (Vibration damping).

ஒரே அணியில் வில்சுருளும் (Spring) பிசுப்பு ஒடுக்கலும் (Viscous damping) இணைந்து செயல்படும் அமைப்புகளும் உள்ளன. இவற்றில் ரப்பர் அல்லது



படம் 2. ஒடுக்கக்கல வகை அதிர்ச்சி ஏற்பி

உலோகம் போன்ற மீட்சிப் பொருள்களோ, நைட்ரஜன் போன்ற அழுந்திய வளிமமோ இவை கலந்த கலப்பு வகைகளோ வில்தன்மையைத் தரப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் பிசுப்பு ஒடுக்கலுக்குச் சீரான பிசுப்பியல்பு உள்ள நீர்மப் பாய்மம் பயன்படுகிறது.

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol. 12, pp. 336-337, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, Newyork, 1977.

அதிர்ச்சி தனிப்படுத்தல்

எந்திர அமைப்பின் மேல் ஏற்படும் அதிர்ச்சி விளைவுகளைக் குறைக்கத் தனிப்படுத்திகளைப் பயன்படுத்தலே அதிர்ச்சித்தனிப்பாடு (Shock isolation)ஆகும். அதிர்ச்சி என்பதற்கு எல்லாரும் ஒப்புக்கொள்ளும் பொறியியல் வரையறை ஏற்படாவிட்டாலும் திடீரெனத் தரும் விசை, திடீரென ஏற்படும் இயக்கம் ஆகியவற்றை அதிர்ச்சி எனப் பொதுவாகக் குறிப்பிடலாம். காண்க, அதிர்ச்சி அலை.

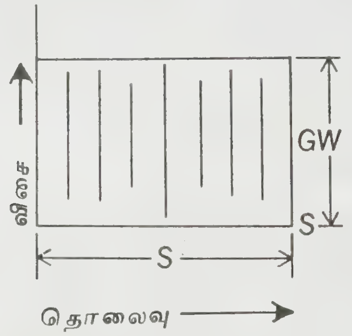
ஒரு வில்லியல்புப் (Resilient) பொருளில் தனிப்படுத்தி, பஞ்சமைப்பு போன்றன ஆற்றலைத் தேக்கிப் பின் அதை மெதுவாக வெளியிடல் மூலம் அதிர்ச்சியைத் தனிப்படுத்தலாம். அதிர்ச்சி தாக்குதலின் கால அளவைப் பொறுத்து, தனிப்படுத்தியின் திறமை அமையும். ஒரு தனிப்படுத்தி 0.001 மி.நொடி அல்லது அதற்கும் குறைந்த கால அளவு செயல்படும் உயர் சுமையைத் தாங்கலாம். ஆனால் இதைவிடக்கூடுதலான (0.001—0.015 மி.நொடி) கால அளவு செயல்படும் குறைந்த G என்ற சுமை, தனிப்படுத்திக்கு அதிக அதிர்ச்சியைத் தரலாம். இந்தச் சுமை, புவி ஈர்ப்பு முடுக்கத்தால் வரம்பு முடுக்கத்தை வகுக்க வரும் மதிப்புக்குச் சமமாகும். பெரும்பாலான அதிர்ச்சி தனிப்படுத்திகள் அதிர்ச்சித் தாங்கமைப்பு (Shock mount) என்றோ, அதிர்ச்சி ஏற்பி (Shock absorber) என்றோ அழைக்கப்படுகின்றன. இவை 0.001 மி.நொடி அல்லது அதற்கும் குறைந்த கால இடைவெளி உள்ள அதிர்ச்சிகளைத் தாங்க மட்டுமே ஏற்றவையாக உள்ளன.

அதிர்ச்சி தனிப்படுத்தியாக வழக்கில் பரவலாக உள்ள பொருள் ரப்பரே. சிறு இடப்பெயர்வுகளால் அதிர்ச்சி ஏற்படும் இடங்களில் ரப்பர்த் தனிப்படுத்திகள் பயன்படுகின்றன. அதிக இடப்பெயர்வு உள்ள அதிர்ச்சிகளுக்குச் சணற்பிரி, ரப்பரூட்டிய மயிர், பஞ்சு, ரப்பர், தக்கை, நுரை ஞெகிழிகள் (Foam plastics) ஆகியவை பயன்படுகின்றன.

அதிர்ச்சியை உறிஞ்சல் (Absorption of Shock). பெட்டி, அதிர்ச்சி ஏற்பமைப்பு, சாதனம் ஆகிய மூன்றும் அதிர்ச்சிச் சுமையைப் பகிர்ந்து கொள்ள வேண்டும். வீழ்வதாலும் நகர்த்துவதாலும் ஏற்படும் விசைகளைத் தாங்க வேண்டியுள்ளதால், பெட்டி விறைப்பாக அமைய வேண்டும். பெட்டியின் விறைப்பு கூடும்போது அதிர்ச்சி உள் நுழையும் அளவும் கூடும். அப்போது முழு அதிர்ச்சியையும், அதிர்ச்சி ஏற்பமைப்பும் சாதனமும் மட்டுமே பகிர்ந்து கொள்ள வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படும்.

ஓரடி (0.3மீ.) வீழ்ச்சியைத் தாங்கப் பஞ்சமைப்பு ஈரடி (0.6மீ.) அளவு தேவைப்படும். இத்தகைய அமைப்புகள் இயலாதன. எனவே, அதிர்ச்சியின் ஒரு பகுதியைச் சாதனம் ஓரளவாவது ஏற்க வேண்டும். ஓரளவு அதிர்ச்

சியைச் சாதனம் ஏற்கும் போது, பல்வேறு வீழ்ச்சிகளினால் ஏற்படும் ஆற்றலைத் தாங்குகின்ற பஞ்சமைப்பின் அளவை தொடர்பான தத்துவங்களை (Principles) ஆய்ந்து கண்டறியலாம்.



படம் 1. ஒரு கருத்தியல் வகைக்கான விசை-தொலைவு விளக்கப்படம்.

வரம்பு முடுக்கம் (Limit Acceleration). V என்ற வேகத்தில் இயங்கும் பொருளினை நிறுத்த வேண்டுமெனில் அதன்மேல் ஒடுக்கத்தைச் (Deceleration) செலுத்த வேண்டும். அப்பொருளை மெதுவாக நிறுத்துவதற்கு முடுக்கத்தின் பெரும (Maximum) அளவாக ஒரு வரம்பு குறிப்பிடப்படுகிறது. நிறுத்தச் செயலின் முழுநேரத்திலும் ஒரே அளவாக அமையுமாறு இந்த வரம்பு முடுக்கத்தைத் தர முடியாது; என்றாலும், கருத்தியல் நிலையில் (In ideal case) நிலையான அளவு வரம்பு முடுக்கம் செயல்படுவதாக முதலில் கருதுவோம். இந்தக் கருத்தியலான நிலைமையிலிருந்து உள்ள விலக்கங்களைப் பிறகு பார்ப்போம். இந்தச் சீரான ஒடுக்கம் சீரான முடுக்கம் போன்றதே. எனவே, முடுக்க வாய்பாடுகள் ஒடுக்கத்துக்கும் பொருந்தும்.

கீழ்க்காணும் சமன்பாடு (1), S என்ற மொத்தப் பயணத்தொலைவைத் தருகிறது.

$$S = \frac{v^2}{2a} \qquad (1)$$

இங்கு V என்பது தொடக்க, இறுதி விரைவின் அளவு. நிறுத்த வேண்டிய விரைவு கட்டற்ற வீழ்ச்சியால் நேரும் போது H என்ற வீழ்ச்சியின் மதிப்பைச் சமன்பாடு (2) தருகிறது.

$$H = \frac{v^2}{2g} \qquad (2)$$

இங்கு g என்பது புவிஈர்ப்பு முடுக்கம். இவற்றிலிருந்து சமன்பாடு (3)-ஐப் பெறலாம்.

$$v^2 = 2aS = 2gH \qquad (3)$$

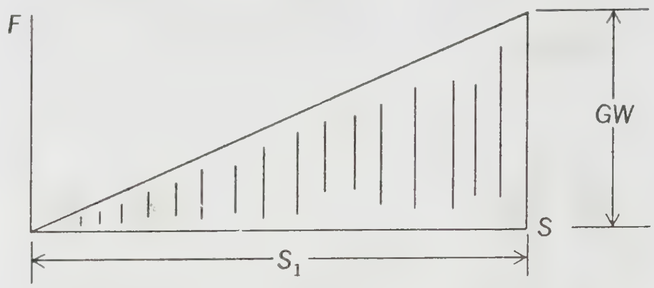
நிறுத்தும் செயல்முறையின் தொடக்கத்தில் உள்ள விரைவு, விடுதலையான வீழ்ச்சியின் கடைசியில் உள்ள விரைவே என்பதால் சமன்பாடு (4)-ஐப் பெறுகிறோம். நடைமுறையில்

$$2aS = 2gH$$

$$S = Hg/a \qquad (4)$$

வரம்பு முடுக்கம் $G = a/g$ என்ற வரையறுத்த G மதிப்பால் தரப்படுவதால் சமன்பாடு (5) இன் வடிவம் கிடைக்கும்.

$$S = \frac{H}{G} \qquad (5)$$



படம் 2. இயல்பான வில்சுருளின் விசை-தொலைவு விளக்கப்படம்

விசை-தொலைவு விளக்கப்படம் (Force-distance diagram). மேற்கூறிய கருத்தியல் வகையை வேறொரு முறையில் ஆயலாம். H அளவு உயரத்திலிருந்து வீழ்ந்த பொருள் தேக்கிய ஆற்றல், E = WH. இங்கு W என்பது இயங்கும் பொருளின் எடையாகும். நிறுத்தும் நேரத்தில் இதே அளவு ஆற்றல் நுகரப்பட வேண்டும். எனவே கீழ்க்காணும் சமன்பாடு (6) கிடைக்கிறது. நிறுத்தும் செயற்பாட்டில் செயல்படும் விசை GW. கடைசி இரண்டு சமன்பாடுகளையும் ஆற்றலைப் பொறுத்து

$$E = GWS \qquad (6)$$

சமப்படுத்தச் சமன்பாடு (1) கிடைக்கிறது. படம் 1 இல் குறிப்பிட்டுள்ளபடி ஆற்றலை விசை-தொலைவு விளக்கப்படத்தில் உள்ள வளைவின் கீழ் அமையும் பரப்பாகக் கொள்ளலாம். நிலையான ஒடுக்கத்தின் போது இந்த வளைவு நேர் கோடாகும்.

விரைவைச் சரிபார்க்க எந்தக் கருவியைப் பயன்படுத்தினாலும் வரம்பு ஒடுக்க அளவைக் காணமுடியாது. எனவே நடைமுறையில் அளவு வேறுபாட்டை ஓரளவு ஏற்க வேண்டும்.

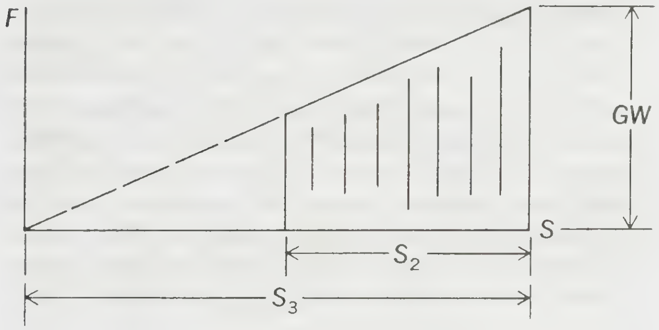
எதிர்ப்பு விசையை விற்சுருள் ஏற்படுத்தினால் அது நிலையான விசையை ஏற்படுத்தாது. படம் 2இல் உள்ளது போல, எதிர்ப்பு விசை விற்சுருளின் அமுக்கத்தைப் பொறுத்து மெதுவாக உயரும். இந்த வளைவின் கீழுள்ள பரப்பு முக்கோணப் பரப்பாகும். இந்தப் பரப்புக்கான ஆற்றலைச் சமன்பாடு (7) தருகிறது.

$$E = \tfrac{1}{2}\, GWS_1 \qquad (7)$$

வீழ்ச்சியின் இயக்க ஆற்றல் முன் போலவே E = WH. எனவே, சமன்பாடுகள் (6), (7) ஆகியவற்றிலிருந்து கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$S_1 = 2H/G \qquad (8)$$

இது விற்சுருளின் நிறுத்தும் தொலைவைத் தருகிறது. படம் 1 இல் உள்ள கருத்தியலான வகையைப்போல இருமடங்கு தொலைவு இங்கு தேவைப்படுகிறது. இதற்குக் காரணம் வரம்பு விசை இறுதியில் மட்டும் செயல்படுவதே. மேலும் படம் 2, படம் 1 ஐப் போல முழுதும் நிரப்பப்படாது, பாதிமட்டும் நிரப்பப்பட்டுள்ளதையும் பார்க்கலாம்.

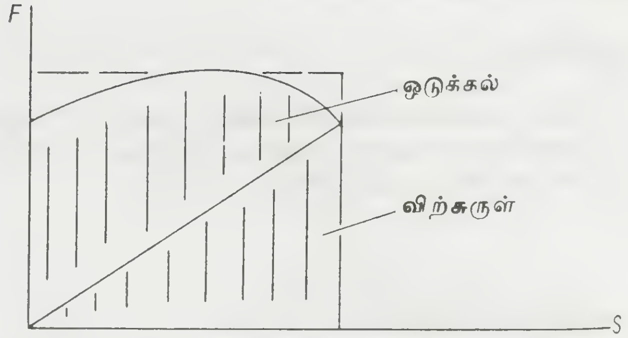


படம் 3. முன்சுமை ஏற்றிய விற்சுருளின் விசை - தொலைவு விளக்கப் படம்

படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ள முன்சுமையுள்ள விற்சுருள்கள் மேலும் கூடுதல் பரப்பை நிரப்புவதைப் பார்க்கலாம். இதில் ஒரு குறைபாடு உள்ளது. தொடக்கத்தில் உள்ள திடீர் எழுச்சி விற்சுருளுக்கு அதிர்ச்சியைத் தரும். எனவே, இந்த அதிர்ச்சியைத் தாங்கும்படி விற்சுருளை வடிவமைக்க வேண்டும். மேலும் இந்த வடிவமைப்பில் சிறு அதிர்ச்சிகளைத் தடுக்கவே முடியாது. தொடர்ந்து செயல்படும் சிற்றதிர்ச்சிகள் அதிக குலைவு தருகின்றன என நடைமுறையில் அறியப்பட்டுள்ளதால் நமக்கு வேண்டிய அமைப்பு தக்க சரிவுடன் தொடங்கும் விற்சுருளே. எனவே முழுதும் நிரப்பிய விளக்கப் படத்தை நாம் பயன்படுத்த முடியாது. சமன்பாடு (1) தரும் கருத்தியல் நிலைமையிலிருந்து நாம் விலகியே யாக வேண்டும்.

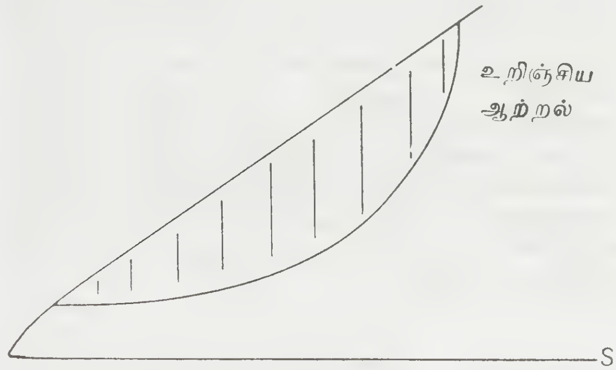
படம் 4. தனிப்பிசுப்பு ஒடுக்கலுக்கான விசை-தொலைவு விளக்கப்படம்

நிறுத்தச் செயல்பாட்டின் தொடக்கத்தில் அதிக விசையைப் பெற ஒடுக்கல் விசைகள் (Damping forces) உதவுகின்றன. தனிப் பிசுப்புமுறை ஒடுக்கல் செயல்பாட்டைப் படம் (4) விளக்குகிறது.



படம் 5. விற்சுருள் ஒடுக்கல் இணைந்த விசை-தொலைவு விளக்கப் படம்

தொடக்கத்தில் உள்ள அதிக விரைவு அதிக எதிர் விசையைத் தருவதால், விற்சுருளின் விசையும் ஒடுக்கல் செயலும் சேர்ந்து படம் 5 இல் உள்ள முழுதும் நிரம்பிய விளக்கப்படத்தைத் தருகின்றன.



படம் 6. ஒடுக்கல் உள்ள கருத்தியலான விற்சுருள் அமைப்பின் உறிஞ்சிய ஆற்றல் விளக்கப்படம்

நடைமுறை அதிர்ச்சி ஏற்பிகள், பெரும்பாலும் முழுதும் நிரம்பியதற்கும் அரைப்பகுதி நிரம்பியதற்கும் இடையில் உள்ள சிறப்பியல்பைப் பின்பற்றுகின்றன. எனவே நிறுத்தத் தொலைவு, சமன்பாடு (5)-க்கும் சமன்பாடு (8)-க்கும் இடையில் அமையும். ஓரளவு பொறுதி (Tolerance) தேவைப்படுவதால், சமன்பாடு (8) இன் மதிப்பே வடிவமைப்புகளில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

சமன்பாடு (8)-ஐப் பயன்படுத்திச் சாதனம் 30G அளவு அதிர்ச்சியைத் தாங்குவதாகக் கொண்டு சமன்பாடு (9) இன் மூலம் 30 அங்குல உயர வீழ்ச்சிக்கான பஞ்சமைப்பின் விலக்கத்தைப் பெறலாம்.

$$S = \frac{2 \times 30}{30} = 2.0 \text{ அங். } (5 \text{ செ.மீ}) \quad \ldots\ldots(9)$$

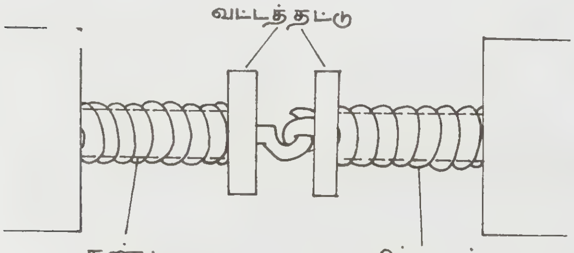
இங்கு S என்ற விலக்கம் (Deflection), பஞ்சமைப்பின் கனம், பொருளின் அமுக்கவிகிதம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். காண்க, ஒடுக்கல், ரப்பர், அதிர்ச்சி ஏற்பி, விற்சுருள் (எந்திரங்கள்), அதிர்வு ஒடுக்கல்.

நூலோதி

C. E. Creda and C. M. Harris, *Shock Vibration Control Handbook*, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.

அதிர்ச்சி தாங்கி

அதிர்ச்சியைத் தாங்கிக் கொண்டு ஊர்திகளுக்கு ஊறு விளையாமல் தடுக்கும் அமைப்பே அதிர்ச்சி தாங்கி (Buffer). இது தொடர்வண்டிகளிலும் பொறிகளிலும் தானியங்கிகளிலும்பொருத்தப்படுகிறது. வண்டிகளையும் பொறியையும் இணைக்கும் இடத்தில் முன்னும் பின்னும் அதிர்ச்சி தாங்கிகள் அமைந்திருக்கும். இத்தகைய அதிர்ச்சி தாங்கியில் வட்டமான தட்டு ஒன்று நீண்ட தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தண்டு வண்டிக்குள் புகுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். தண்டைச் சுற்றிலும் வலிவான வில்சுருள்கள் (Springs) இருக்கும். வண்டிகள் மோதும்போது தண்டு அரையடி அளவு வரை உள்ளே நுழைந்து அதிர்ச்சியை ஏற்கும். வில்சுருளிற்குப் பதிலாக ரப்பர்க் கட்டையையும் காற்றின் அழுத்தத்தையும் பயன்படுத்தும் அதிர்ச்சி தாங்கிகளும் உண்டு.



படம் 1. அதிர்ச்சி தாங்கி

தண்டவாளம் முடியும் இடத்தில் வண்டி நிற்காமல், மேலே செல்லுவதைத் தடுக்கவும் தண்டவாள முடிவில் அதிர்ச்சி தாங்கிகள் பொருத்தப்படுகின்றன.

தானியங்கிகள் மோதுதலினால் சேதமடையாமலிருக்க, அதன் இருபுறங்களிலும் வளைவான எஃகுச் சட்டங்கள் பொருத்தப்படுகின்றன. இவையும் அதிர்ச்சி தாங்கிகளே ஆகும்.

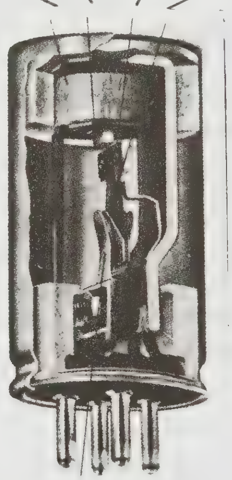
நூலோதி

கலைக்களஞ்சியம் தொகுதி 1 தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், சென்னை, 1954.

அதிர்வி

நேர்மின்னோட்டத்தை அலைமின்னோட்டமாக (alternating current) ஆக்கும் 'மின்-இயக்கக் கருவியே இது. அதிர்வி (vibrator) ஒத்தியங்கு திருத்தியாகவும் (synchronous rectifier) பயன்படுவதுண்டு. அதிர்வியையொத்த குறிப்பலை அதிர்வி (signalchopper) என்ற மற்றொரு கருவியும் இங்கு விளக்கப்படுகிறது.

திறன் அதிர்வி (power vibrator). திறன் அதிர்வியில், சுருள் சுற்றிய துருவத்தின் (pole) அருகே நுனியில் தேனிரும்புத் துண்டு பொருத்தப்பட்ட தட்டையான அதிர்சட்டம் (reed) இருக்கும் (படம் 1). ஓட்டும் சுருள் (driving coil) அமைந்த துருவம் தேனிரும்புத் துண்டை ஈர்க்கும். ஓட்டும் சுருளின் நெடுக்கச்சு (vertical axis) அதிர் சட்டத்துக்கு இணையாக அமையும். ஆனால் துருவம் பொது இருப்பிலிருந்து சற்றுத் தள்ளி அமையும். எனவே, சுருளுக்கு ஆற்றல் ஊட்டியதும், துருவம் பக்கவாட்டில் அதிர்சட்டத்தை இழுத்து விடும்.

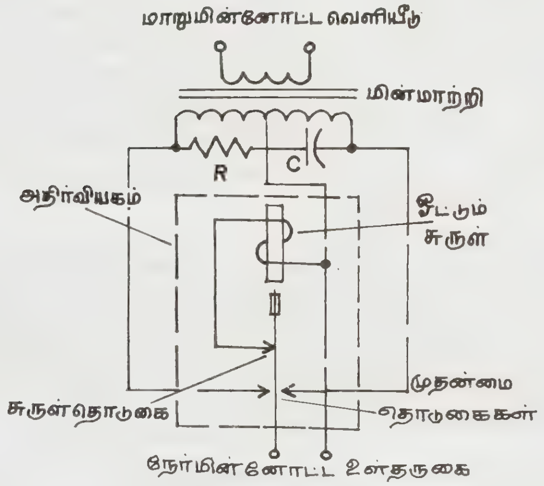


படம் 1. தாழ்திறன் செருகுவகை அதிர்வி

அதிர்சட்டத்தில் உள்ள தொடுகைத் தொகுதி, (Contact system) சட்டத்தில் இணைந்த நிலைத் தொடுகையை இடிக்கும். நிலைத் தொடுகைகள் இலை விற்சுருளில் (leaf spring) பொருத்தப்பட்டிருப்பதால் அதிர்சட்டத் தொடுகைகள் இடிக்கும்போது அழுந்தி வழிவிடும். இது தொடுகையால் ஏற்படும் மோதலைத் தவிர்த்து அதிர்வியின் ஆயுளைக் கூட்டுகிறது. முழு அதிர்வி அமைப்பும் ஒரு பஞ்சிழை ரப்பரால் மெத்தையிட்ட கிண்ணத்தில் (can) அமைந்திருக்கும். உயர்தர அதிர்விகள் சூழலில் இருந்து முற்றிலும்

அடைத்துக் காக்கப்பட்டிருக்கும். ஈறுகள் செந்தரக் குழல் உறைக்குக் (tube socket) கொண்டு வரப்படு கின்றன. அதிர்விகள் கணிசமான அதிர்ச்சி, வெப்ப நிலை மாற்றம் ஆகியவற்றைத் தாங்க வல்லவை. இவற்றின் ஆயுள் வெற்றிடக்குழலின் ஆயுளுக்கு ஈடானதாகும்.

ஓட்டும் சுருளுக்குக் காலமுறைப்படி ஆற்றல் ஊட்டத் திறன் அதிர்வியில் ஒரு தனிச்சுருள் தொடுகை இருக்கும் (படம் 2). அதிர்வி ஓய்வில் உள்ளபோது அதன் இரு முதன்மைத் தொடுகைகளும் திறந்திருக்கும். சுருள் தொடுகை மூடியிருக்கும். நேர்மின்னோட்ட உள்தரு கையை (input) இணைத்ததும் சுருள் ஆற்றலடைந்து அதிர்சட்டத்தை ஒரு பக்கமாக இழுக்கும். அப்போது சுருள் தொடுகை அறுந்து சுருளை ஆற்றலிழக்கச் செய்யும். பிறகு அதிர்சட்டம் எதிர்ப்புறம் சென்று சுருள் தொடுகையை மூடும். இந்த நிகழ்வின் வட்டிப்பு அல்லது சுழற்சி (cycle) தொடர்ந்து திரும்பத் திரும்ப நிகழும். அதிர்சட்ட அதிர்வு பெருகிச் சமநிலை அடைந் ததும் அது துடிப்புடன் அதிரும். இதன் அரை வட்டிப்பு நேரம் வரை முதன்மைத் தொடுகைகள் மூடிக்கொண்டி ருக்கும்.



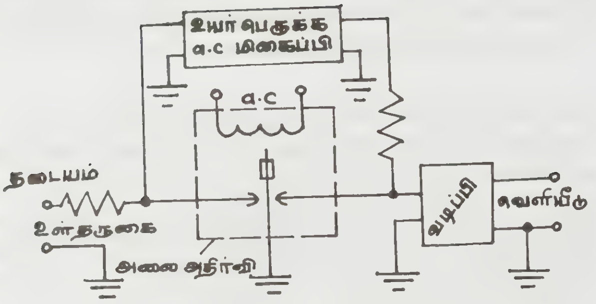
படம் 2. நேர்மின்னோட்டத்தை மாறுமின்னோட்டமாக மாற்றும் அதிர்விச் சுற்றுவழி

நேர்மின்னோட்ட ஊற்றிலிருந்து முதன்மைத் தொடு கைகள் மின்மாற்றிக்குள் எதிர்எதிர்த் திசையில் மாறி மாறி மின்னோட்டத்தை ஒவ்வொரு முதன்மைச் சுருணையின் அரைப்பகுதிக்குள்ளும் செலுத்துகிறது. எனவே, மின்மாற்றியின் துணை அல்லது இரண்டாம் சுருணையில் மின்னழுத்தம் உண்டாகும். மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருணைக்குக் குறுக்கே இணைக்கப்பட்ட தடையும் கொண்மமும் தொடுகையில் ஏற்படும் தீப் பொறிப் பரப்பை அடக்கும். திரிதடையங்கள் (transistors) நடைமுறையில் பயன்படுவதற்கு முன்பு இரண்டு முதன்மைத் தொடுகைகள் மட்டுமே உள்ள அதிர்வி தானியங்கி வானொலிக்கு (automobile radio) மின் திறன் வழங்கப் பயன்பட்டது. இதில் ஓட்டும் சுருள் நிலைத்தொடுகையிலும் அதிர் சட்டத்திலும் இணைக் கப்பட்டது. அதிர்வியின் மற்ற இணைப்புகள் படம் 2-இல் உள்ளபடியே அமைந்திருந்தன. இது மிகவும் மலி வானது என்பதே இதன் மேம்பாடு.

6 ஓல்ட்டு முதல் பல நூறு ஓல்ட்டு வரையுள்ள நேர் மின்னோட்ட வழங்கல் மின்னழுத்தங்களுக்கு மின்திறன் அதிர்விகள் கிடைக்கின்றன. இவற்றின் திறன் பல நூறு வாட்டுகளாகும்; வெளியீட்டு அலைவெண் 120 Hz; வேறு பிற வரையளவு (nominal) அலை வெண்களும் பயன்படுவதுண்டு. அதிர்வியின் அலை வெண் அதிர்சட்டம், தொடுகை இடைவெளி, வழங்கல் மின்னழுத்தம் போன்ற கூறுபாடுகளைச் சார்ந்தது. திறன் அதிர்விகளைத் தற்காலத் திண்ம நிலை (solid state) அதிர்விகள் வெற்றிகொண்டு விட்டன.

குறிப்பு அலை அதிர்வி (signal chopper). இதில் ஓட்டும் சுருள் 60 Hz முதல் 400 Hz வரையிலுள்ள ஊர்தி அலைவெண்ணில் உள்ள ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தால் கிளர்த்தப்படுகிறது. இது ஒரு மின்-இயக்க (electro-dynamic) அலை அதிர்வியாகும். இது தாழ்மட்ட நேர் மின்னோட்டக் குறிப்பலைகளைக் குறிப்பேற்ற உதவுகிறது. இதில் உள்ள சுருளின் துருவக் கட்டமைப்பில் ஒரு நிலைக்காந்தம் வைக்கப் பட்டுள்ளது. சுருளின் கிளர்வு நிலைக்காந்தப் பெருக்கை (magnetic flux) மாறிமாறி செறியவும் குறையவும் செய்யும். எனவே, அதிர்சட்டம் தரப் பட்ட மின்னழுத்த அலைவு ஒன்றுக்குத் தானும் ஓர் அலைவை நிகழ்த்தும். அதிர்சட்ட ஒத்தலைவு (resonant) அலைவெண்ணைக் கிளர்வு அலைவெண் ணுக்கு மிக நெருக்கமாக உள்ளபடி அமைத்து ஓட்டுந் திறனைக் குறைக்கலாம். கிளர்வு அலைவெண்ணுக்குச் சமமாக ஒத்தலைவு அலைவெண்ணை வைத்தால் சிறு சிறு கிளர்வு உள்ள அலைவெண் மாற்றத்திலும்கூட அதிர்சட்ட அலைவுக்கும் சுருள் கிளர்வுக்கும் இடையில் பேரளவு தறுவாய்ப் பெயர்ச்சி (phase shift) ஏற்படும். 60 Hz அலை அதிர்வியில் அதிர்சட்ட அலைவெண் 80 Hz ஆகும். தொடுகைகள் நல்ல ஆயுளுடன் நிலைக்க அவை சில மில்லி ஆம்பியர் மின்னோட் டத்தை மட்டுமே துண்டித்தல் வேண்டும்.

இது குறைந்த இரைச்சலும் (noise) பெயர்ச்சியும் (Drift) உடையது. இம்மேம்பாட்டில் இது திண்மநிலை அதிர்வியையும் (Solid state vibrator) மிஞ்சுவதால் முக்கிய பயன்பாடுகளுக்கு இது மிகவும் பொருத்த மானது. அலை அதிர்விகள் 10^{-9} ஓல்ட்டு மின்னழுத்தங் களைக்கூட மிகைப்படுத்துகின்றன (Amplify). இவை உயர் மிகைப்பு(Gain)நேர்மின்னோட்டமிகைப்பிகளாக, சுழிப் பெயர்ச்சியுடன் (Zero shift) திறம்படச் செயல்படு



படம் 3. அலை அதிர்வியால் நிலைப்படுத்திய நேர்மின்னோட்ட மிகைப்பி

கின்றன. இவை வெப்ப இரட்டை (Thermocouple) மின்னழுத்தங்களை மிகைக்கப் பயன்படுகின்றன; ஒப்புமைக் கணிப்பொறிகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன, இதன் சுற்றுவழி படம் 3இல் தரப்பட்டுள்ளது. நேர்மின்னழுத்தம் அலை அதிர்வியின் ஒரு தொடுகையில் மாறுதிசை மின்னழுத்தமாகக்குறிப்பேற்றப்படுகின்றது(Modulated). இந்த மின்னழுத்தம் தக்க மாறுமின்னோட்ட மிகைப்பிகளால் அளவு மிகச் செய்யப்படுகிறது. பிறகு இந்த அலை, அலையதிர்வியின் மற்றொரு தொடுகையால் குறிப்பிறக்கம் (Demodulation) செய்யப்படுகிறது. பிறகு தாழ்கடத்தல் (Low pass) வடிப்பியால் சீர் செய்யப்படும்போது அளவுமிகுந்த மூல உள்தருகை அலை பெறப்படுகிறது. இங்கு அலைஅதிர்வி குறிப்பேற்றியாகவும் (Modulator) குறிப்பிறக்கியாகவும் (Demodulator) ஒரே நேரத்தில் செயல்படுகிறது.

நூலோதி

1. Tuner, L. W., *Electronic Engineer's Reference Book*, 4th Edition, Butterworths, London, 1981 (Reprint).

2. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, vol. 14, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

அதிர்வு

பொருள்கள் பல காரணங்களினால் 'இயக்கவியல் அதிர்வு' (Mechanical vibration) அடைகின்றன. பொருள்கள் அதிர்வடையும்போது அவை அதிர்வடையக் கூடிய உரிமைப் படிகளையும் (Degress of freedom), 'மீட்சியியல் பண்புகளையும்' (Elastic nature), அடர்த்தியையும் (Density), இறுக்குத் திறனையும் (Compressibility), பரிமாணத்தையும் (Dimension) பொறுத்து அவற்றின் அதிர்வு, நேர் போக்கிலோ, நேர் போக்கில் இல்லாமலோ (Linear or Non-linear system) அமையலாம்.

மீட்சியியல் பொருள்களின் அதிர்வுகள் (Vibration of elastic bodies) நல்ல இசை ஒலிகளை உண்டாக்கும் இசைக் கருவிகளிலும், குரோனோமீட்டர், கடிகார இசைக்கவை, ஃபோனிக் மீட்டர் போன்ற கருவிகளிலும் பொதுவாக எல்லாப் பொருள்களிலும் உண்டாகும் அதிர்வுகளைப் பற்றி ஆய்வு நடத்தப் பயன்படுகின்றன.

காற்றுத்தம்பம் அதிர்வடைவதால் இசையொலி எழும்புகிறது. கம்பிகள் (Strings), அடித்தல், மீட்டுதல், வில்லால் உரசுதல் போன்ற முறைகளால் அதிர்வடையச் செய்யப்படுகின்றன. கம்பிகள் அல்லது கயிறுகளின் அதிர்வைப் பயன்படுத்தி சோனாமீட்டர் (Sonometer), மெல்டியின் கம்பி (Melde's string) போன்ற அமைப்புகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இவை கம்பிகளில் உண்டாகும் குறுக்கதிர்வுகளைப் பற்றி அறியவும், அதிர்விகளின் அதிர்வெண்களை அளவிடவும் பயன்படுகின்றன. வீணை, பிடில் போன்ற கருவிகள் கம்பிகளில் அதிர்வுத் தத்துவத்தில் இயங்குகின்றன. சவ்வு (Membrane), இடைத்திரை (Diaphragm), தகடு (Plate) இவற்றின் அதிர்வுகள், தொலைபேசி, ஒலி பெருக்கி போன்ற கருவிகளிலும், மத்தளம் போன்ற இசைக் கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. வளைந்த தகடுகளின் (Curved plate) பலவித அமைப்புகளின் அதிர்வுகள் பல வகையான மணிகள் (Bells) அமைப்பதில் பயன்படுகின்றன.

சட்டங்கள் (Bars) அல்லது தண்டுகளின் (Rods) அதிர்வுகள் இசைக்கவை (Tuning fork) போன்ற மிகப் பயனுள்ள கருவிகள் அமைப்பதில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கடிகாரக்கவை, ஃபோனிக்மோட்டார், அதிர்வெண் மீட்டர் போன்ற 'அதிர்வெண்களை' அளவிடும் கருவிகளில் இசைக்கவையின் தத்துவம் பயன்படுகிறது.

இவ்வாறு பலவித 'மீட்சியியல் பண்புள்ள பொருள்களின் அதிர்வு நமக்குப் பல வழிகளில் மிகவும் தேவையான ஒரு கூறாக உள்ளது. அதிர்வு என்பது எளிய சீரிசை இயக்கத்தைப்போல் அல்லாது பொதுவாக அதிக சிக்கல் நிறைந்ததாகும். ஆனால் தேவையான முன் வரையறைகளை ஏற்படுத்திக் கொள்வதின் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை அதிர்வாக அதை மாற்ற முடியும். திண்பொருள்களின் அதிர்வை எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் ஒவ்வொரு சுரமும் (Note) பல மேற்சுரங்களைக் கொண்டிருக்கும். அதே வேளையில் நெட்டதிர்வு (Longitudinal vibration), குறுக்கதிர்வு (Transverse vibration), முறுக்கதிர்வு (Torsional vibration) என்ற மூவகை அதிர்வுகளும் அதில் இருக்கும். ஒரு பொருளின் அதிரும் வகையினை அதன் இயற்பியல் நிலை கட்டுப்படுத்திய போதிலும், அப்பொருளை அதிர்வூட்டும் முறையே பெரும்பாலும்

ஒரு குறிப்பிட்ட வகை அதிர்வு மேலோங்குவதற்கும் மற்றவை தணிவதற்கும் காரணம் ஆகிறது. இழு விசைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட கம்பி ஒன்றின் அதிர்வுகள் பெரும்பாலும் குறுக்கதிர்வுகளாகவும், வளிமத் தம்பத்தின் அதிர்வுகள் நெட்டதிர்வுகளாகவும் அமைகின்றன.

ஒரு திண்மப் பொருளை நீட்சி, பரும, சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவுகட்கு உட்படுத்த முடியும். எனவே, அதன் வழியே குறுக்கதிர்வு, நெட்டதிர்வு, முறுக்கதிர்வு களைப் பரப்ப முடியும். ஆனால் வளிமங்களைப் பருமத் தகைவுக்கு மட்டுமே உட்படுத்த முடியுமாதலின் வளி மங்கள் நெட்டதிர்வுகள் மட்டுமே உறும். 'தட்டு' (Plate), இழுத்துக் கட்டப்பட்ட சவ்வு (Stretched membrane) இவற்றின் அதிர்வுகள் இணைந்து, வெவ்வேறு வகையான அதிர்வுகள் கூடியோ குறைந்தோ இருக்கும்.

திண்பொருள்களில் குறுக்கதிர்வுகள்

எளிய சீரிசை அலைகள் (Simple harmonic waves) குறுக்கதிர்வுகளாக ஒரு திண்பொருளின் வழியே செல்லும் போது அவ்வூடகத்தின் துகள்கள் அலை பரவும் திசைக்குச் செங்குத்தாக முன்னும் பின்னுமாக இயங்கும். எந்த நேரத்திலும் அதிரும் துகள்களின் நிலையை ஒரு வரைகோடாக வரைந்தால் அது ஒரு சைன் வளைவு (Sine Curve) ஆகும். அந்தத் திண்பொருளில் இந்த அலைகளின் திசைவேகத்தை 'P.G. டெயிட்' என்பவரின் வடத்துக்கான கணக்கு முறையினைப் (Rope Problem) பயன்படுத்தி $C = \sqrt{\frac{T}{m}}$ எனப் பெறலாம். இதில் 'T' என்பது வடத்தின் இழு விசை (Tension); 'm' என்பது ஓரலகுநீள வடத்தின் நிறையாகும் (Linear density of the rope). ஓர் இழு விசைக்குட்பட்ட கம்பியினை (Stretched string), அதன் மையத்தில் மீட்டினால் அது 'நிலைத்த அதிர்வுகளை' உண்டாக்கும்; மேலும் அதிக வீச்சுடன் 'அடிச்சுரத்தில்' (Fundamental note) அதிர்வுறும்.

நெட்டலைகளின் திசை வேகத்திற்கான வாய்ப்பாடு $C = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$. இதில் 'E' என்பது ஊடகத்தின் மீட்சிக் குணகத்தையும், 'P' என்பது அதன் அடர்த்தியையும் குறிக்கும். ஊடகம் திண்பொருளாக இருக்குமேயானால் $C = \sqrt{\frac{q}{\rho}}$ என்று வாய்பாட்டினை மாற்ற வேண்டும். இதில் q என்பது மீட்சியியல் திண்பொருளின் 'யங் குணகத்தைக்' (Young's modulus) குறிக்கும்.

வளிமங்களில் நெட்டதிர்வுகள்

வளிமங்களுக்கு $C = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ என்ற வாய்பாடு பயன்படுகிறது. இதில் 'K' என்பது வளிமத்தின் 'பரும மீட்சிக் குணகம்' (Bulk modulus) ஆகும். வளிமங்களின் வழியே நெட்டலைகள் செல்வதால் ஏற்படும் 'அழுத்த-பரும மாற்றங்களை' (Pressure-volume changes) 'மாறா வெப்பநிலை நிகழ்வு' (Isothermal change) களாகக் கொண்டு நியூட்டன் கீழ்க்கண்ட வாய்ப்பாட்டினைத் தருவித்தார். அதாவது $C = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$. இதில் 'P' என்பது வளிமத்தின் அழுத்தமாகும்.

$P = 0.76 \times 13600 \times 9.8$ நி/மீ^{2} எனவும், $\rho = 1.293$ கி.கிராம்/மீ^{3} எனவும் எடுத்துக் கொண்டு படித்தர அழுத்த வெப்பநிலையில் (N.T.P) காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் $C = 297.9$ மீ/நொடி எனக் கணக்கிட்டார். ஆனால் படித்தர அழுத்த வெப்ப நிலைகளில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் $C = 330$ மீ/நொடி என ஆய்வின் மூலம் பெறப்பட்டது. அலைகள் வளிமங்களின் வழியே செல்லும்போது ஏற்படும் மாற்றங்கள் மிகவும் விரைவாக நிகழ்வதால் அழுத்த-பரும மாற்றங்களை, லாப்லாஸ் (Laplace) என்பவர் 'வெப்ப மாற்றீடற்ற நிகழ்வு' (Adiabatic changes) களாக எடுத்துக் கொண்டார். எனவே திசைவேகத்திற்கான வாய்பாட்டை அவர் கீழ்க்கண்டவாறு மாற்றி அமைத்தார்.

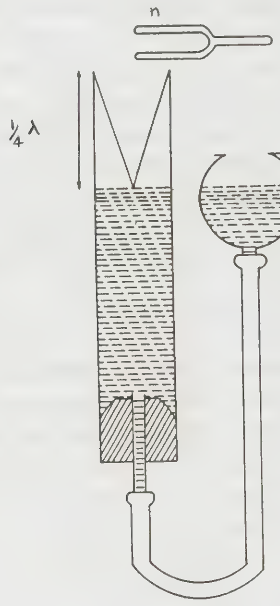
அதாவது $C = \sqrt{\frac{rP}{\rho}}$ என்ற வாய்பாட்டினைத் தந்தார். இதில் r என்பது 'வெப்ப எண்களின் தகவு' (Ratio of specific heat capacities) ஆகும். படித்தர அழுத்த வெப்பநிலையில் இதன் மதிப்பு 1.4 ஆகும். இதன் அடிப்படையில் C இன் மதிப்பு 33.1/மீநொடி எனக் கணக்கிடப்பட்டது.

படம். 1

ஓர் 'உருளை வடிவக் காற்றுத் தம்பத்தின்' (Cylindrical gas column) அதிர்வை எதிரெதிர்த்திசையில்

செல்லும் இரு சம வேகமுள்ள 'முன்னேறு நெட்டலைகளின்' (Progressive longitudinal waves) மேற்பொருத்தலாகக் கொள்ளலாம்.

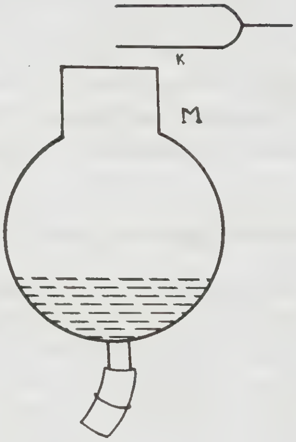
படம்-1 இல் காட்டியுள்ளபடி, ஒரு பக்கம் மூடிய ஓர் உருளை வடிவக் குழாயினை எடுத்துக் கொண்டு அதன் திறந்த மேல் முனை அருகில் ஓர் அதிர்வூட்டப்பட்ட இசைக்கவையைப் பிடித்தால் முன்செல் அலைகள் கீழ் நோக்கிச் சென்று அதன் மூடிய முனையில் எதிரொலித்து மீண்டும் மேல்நோக்கி வரும்பொழுது, கீழ்நோக்கி வரும் அலைகளைச் சந்திக்கும். இதனால் 'நிலை நெட்டதிர்வு' (Stationary longitudinal wave)) உண்டாகிறது.



படம் 2 அதிர்வு அளக்கும் கருவிகள்

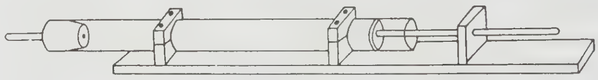
ஒத்திசைவுத் தம்பப் பரிசோதனைகளையும் பாய்பொருளின் அதிர்வை அளவிடுதலும் (Resonance column experiments):

படம்-2 இல் காட்டியிருப்பதுபோல், ஒரு சீரான விட்டமுள்ள நீண்ட கண்ணாடிக் குழாய் ஒரு நீர்த் தேக்கத்தோடு (Water reservoir) நீண்டதொரு ரப்பர்க் குழாயால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தத் தேக்கத்தை மேலே தூக்குவது அல்லது கீழே இறக்குவதனால் அதிரும் காற்றுத் தம்பத்தின் நீளத்தை (குழாயின் வாய்க்கும், குழாயில் உள்ள நீர்ப் பரப்பிற்கும் இடைப்பட்ட தொலைவை) மாற்றலாம். இந்த நீளம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவினதாயிருக்கும்போது, காற்றுத் தம்பத்துக்கும், அதனை அதிர வைக்கும் இசைக்கவைக்கும் இடையில் 'ஒத்திசைவு' (Resonance) உண்டாகிறது. முதல் அதிர்வு வகையில் (First mode) இந்தக் காற்றுத் தம்பத்தின் நீளம் படத்தில் காட்டியிருப்பது போல் $\lambda/4$ அளவினதாயிருக்கும். இதில் λ என்பது காற்றில் ஒலி அலையின் நீளம். இதிலிருந்து λவைக் கணக்கிடலாம். n என்பது இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணானால், $C = n\lambda$ என்ற சமன்பாடு மூலம் காற்றில் ஒலி பரவும் திசை வேகத்தைக் கணக்கிடலாம். தேக்கியின் இடத்தை மாற்றி மற்றுமுள்ள அதிரும் வகைகளில் (Other modes of vibration) அலை நீளத்தை அளந்து, ஒலி அலை காற்றிலும் மற்றுமுள்ள வளிமங்களிலும் எவ்வாறு பரவுகிறது என்பதைக் காணலாம்.



படம் 3. ஹெம்ஹோல்ட்ஸின் ஒத்திசைப்பான்

படம்-3 இல் காட்டியுள்ளது போல, இதில் அதிகக் கொள்ளளவும், குறுகலாகவும் குட்டையாகவும் உள்ள, கழுத்தும் உள்ள உருண்டை வடிவமான கண்ணாடிக் குடுவை உள்ளது. குடுவையின் அடியில் ஒரு குழாய் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தக் குழாயில் திறந்து மூட வசதியுடன் கூடிய ஒரு ரப்பர் குழாய் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்குடுவைக்குள் நீர் ஊற்றப்பட்டு வேண்டிய அளவுக்குச் சரிசெய்யப்படுகிறது. இதற்காக ரப்பர்க்குழாய் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தஅமைப்பை, ஓர் அதிர்வியின் அதிர்வெண்ணை அளக்கவும், அதிர்வால் உண்டாகும் ஒலியின் தன்மையை ஆராய்ந்தறியவும் பயன்படுத்தலாம்.



குண்ட்சின் குழாயும் துகள் படங்களும் (Kundt's tube)

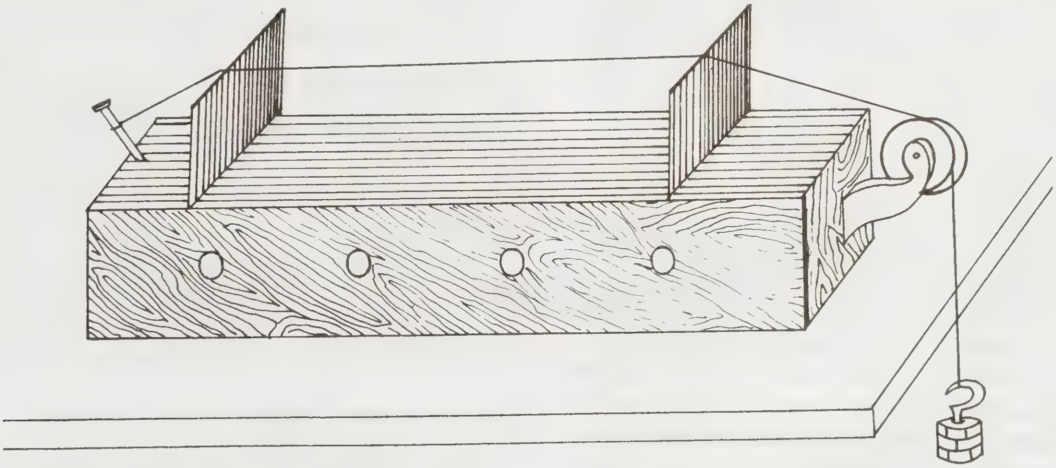
இந்த அமைப்பினால் திண்பொருள்களின் அதிர்வையும், பாய்பொருள்களின் அதிர்வையும் ஒப்பிடலாம். படம்-4 இல் காட்டியுள்ளதுபோல இந்த அமைப்பில்

சுமார் 0.8 மீ. நீளமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழாய் உள்ளது. இதன் இரு பக்கங்களும் திறந்துள்ளன. இதற்கு அலைக்குழாய்' (Wave tube) என்று பெயர். இதற்குள் 'நிலைத்த நெட்டதிர்வுகள்' உண்டாக்கப் படுகின்றன. இதில் 'ஒலிக்கும் தண்டு' (Sounding rod) என்ற ஓர் உலோகத்தண்டு வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தத் தண்டின் ஒரு முனையில் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் ஒரு 'எபனைட் தட்டு' அமைக்கப்பட்டுள் ளது. இது குழாயின் அந்தப் பக்கத்தை அடைத் துள்ளது போல் இருக்கும். ஆனால் குழாயின் சுவர் களைத் தொடாது. ஆகவே தண்டு அதிரும்போது ஒலியலைகள் குழாய்க்குள் போக வசதி உண்டு. குழா யின் மறுபக்கம் ஒரு ரப்பர் அடைப்பானால் மூடப்பட் டுள்ளது. கண்ணாடிக் குழாய் நன்றாக உலர்த்தப் பட்டு அதனுள் உலர்ந்த 'லைக்கோபோடியம்' துகள் சீராகத் தூவப்பட்டிருக்கும். ஒலிக்கும் தண்டு, அதன் நடுவில் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றது. தண்டை நீள வாக்கில் 'ரெஸின்' தோய்ந்த தோலினால் இழுத்து விட்டு நன்றாக அதிரச் செய்யவேண்டும். தண்டு உரத்த சுரத்தைக் கொடுப்பதால், குழாயினுள் லைக் கோபோடியம் துகள்கள் அதிர்வடைகின்றன. கண் ணாடிக் குழாயினுள் உள்ள காற்றுத் தம்பத்தில் நிலைத்த நெட்டதிர்வுகள் உண்டாகின்றன. அதனால் துகள்கள் கணுக்களில் குவிந்தும், எதிர்க் கணுக்களில் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன. அதாவது 'குண்ட்சின் துகள் படங்கள்' உண்டாகின்றன. இந்தப் படங்களின் அமைப்புகளிலிருந்து தண்டிலிருந்து கிளம்பிய ஒலி, குழாய்க்குள் எவ்வாறு பரவுகின்றது என்பதையும், தண்டின் அதிர்வு எண்ணையும், தண்டிலும் வளிமங் களிலும் ஒலியலைகளின் நீளங்களையும், அலைகளின் திசை வேகங்களையும் அறியமுடிகிறது.

கம்பியின் ஒரு முனை ஒலிக்கும் பெட்டியின் ஒரு பக்கத் திலுள்ள ஒரு திண்மையான (Rigid) புள்ளியில் அடிக்கப் பட்டிருக்கும் ஆணியில் கட்டப்பட்டுள்ளது. மறு முனை எடை போடக்கூடிய ஒரு தொங்கியில் (Hanger) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பி, ஒலிக்கும் பெட்டியின் மேல் வைக்கப்பட்டுள்ள இரு கத்தி முனைகள் மேல் இழுத்த நிலையில் அமைக்கப்பட்டுப் பிறகு ஒரு கப்பி வழியாகத் தொங்கியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அதில் எடைகளைப் போட்டுக் கம்பியை வேண்டிய இழுவிசைக்கு (Tension) உட்படுத்தலாம். இரு கத்தி முனைகளுக்கிடையே கம்பியின் குறுக்கதிர்வை ஆய்வு செய்யலாம்.

சோனா மீட்டர் சிறப்பாகக் கம்பிகளில் உண்டாகும் குறுக்கதிர்வுகள் தொடர்பான விதிகளைச் சரிபார்க்கப் (Verification) பயன்படுத்தப்படுகிறது. சோனாமீட்டர் ஒரு குறிப்பிட்ட ஒலியினுடைய அதிர்வெண்ணைக் கணக்கிடவும் பயன்படுகிறது.

சோனாமீட்டர் கம்பியின் அதிரும் பகுதியின் நீளத் தைக் கத்தி முனைகளை ஒலிக்கும் பெட்டியின் மேல் நகர்த்தி மாற்றிக்கொள்ளலாம். தொங்கியிலுள்ள எடையை மாற்றிக் கம்பியின் இழுவிசையையும் மாற்ற லாம். ஒரு சுரத்தின் அதிர்வெண்ணைக் கணக்கிட, அந்தச் சுரத்தை, கம்பியின் அதிர்வால் எழும் சுரத் தோடு ஒப்பிடலாம். இரண்டு சுரங்களையும் ஒப்பிடச் சோனாமீட்டர் கம்பியின் நீளம் மாற்றப்படவேண்டும். அப்படி மாற்றும்போது அதிர்வூட்டப்பட்ட சோனா மீட்டர் கம்பியிலிருந்து உண்டாகும் ஒலியும், அதிர் வெண் கண்டுபிடிக்கப் பட வேண்டிய ஒலியும் சேர்ந்து 'விம்மல்களை' (Beats) உண்டுபண்ணும். இப்போது



சோனாமீட்டர் அல்லது ஒற்றை நாண் கருவி

சோனாமீட்டரில் (Monochord) ஒரு மீட்டருக்கு மேலாக உள்ள ஓர் ஒலிக்கும் பெட்டி (Sounding box) உள்ளது. படம்-5 இல் காட்டியுள்ளதுபோல் ஒரு

இந்த விம்மல்கள் மறைகிற அளவிற்குச் சோனாமீட்டர் கம்பியின் நீளத்தைச் சரிப்படுத்தவேண்டும். இப்போது இரண்டு ஒலிகளும் 'ஒத்தமையும்' (Unison). இப்போது சோனாமீட்டரின் அதிரும் பகுதியின் (கத்தி முனை களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு) நீளம் 'l' ஆகவும்,

கம்பியின் 'ஓரலகு நீள நிறை' (Linear density) 'm' ஆகவும், கம்பியிலுள்ள இழுவிசை 'T' ஆகவும் கொண்டால், ஒலியின் அதிர்வெண் 'n' பின் கண்ட வாய்பாட்டால் பெறப்படுகிறது. அதாவது $n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}$

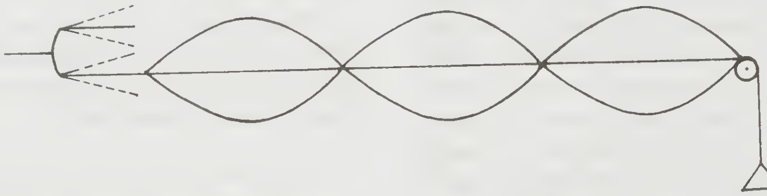
இதில் கம்பியின் அதிரும் நீளத்தைத் (Resonating length) துல்லியமாக அளந்து அந்த ஒலியின் அதிர்வெண்ணைச் சரியாகக் கண்டு கொள்ளலாம்.

மெல்டியின் கம்பி (Melde's string)

இந்த அமைப்பில் படம்-6 இல் காட்டியுள்ளபடி இசைக்கவையின் ஒரு பக்கக் கொம்பில் (Prong) ஒரு நீண்ட, இலேசான பருத்தி இழையில் ஒரு முனை கட்டப்பட்டுள்ளது. மறுமுனை ஓர் இலேசான அலுமினியக் கப்பி வழியே செலுத்தப்பட்டு ஒரு சிறிய தராசுத் தட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தத் தராசுத் தட்டில் தகுந்த அளவு எடையை வைத்து இந்த இழைக்கு வெவ்வேறு இழுவிசைகள் கொடுக்கப்படும். கப்பி நகர்த்தக்கூடிய ஒரு தனி மரச்சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளதால், அச்சட்டத்தை நகர்த்தி இழையின் நீளத்தை மாற்றலாம். இந்த அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படும் இசைக்கவை மின்சாரத்தினால் அதிர வைக்கப்படுகிறது. இசைக்கவை அதிரும்போது நிலைத்த வளையங்கள் (Loops) உண்டாகின்றன.

இந்த அமைப்பைக் 'குறுக்கதிர்வு வகைகள்' (Transverse modes), 'நெட்டதிர்வு வகைகள்' (Longitudinal modes) என இரு வகைகளில் அதிர்வுறச் செய்யலாம். படம்-6 இல் காட்டப்பட்டிருப்பது 'குறுக்கதிர்வு வகை' ஆகும். இதில் இசைக் கவையைத் தகுந்த முறையில் அமைத்து, இசைக் கவையின் பக்கக் கொம்பு, கயிற்றின் நீளத்திற்குச் செங்குத்தாக அதிரும்படி செய்யப்படுகிறது. கயிற்றின் நீளத்தைச் சரிசெய்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவான, இரட்டை அடுக்கு (Even number) வளையங்கள் உண்டாகும்படி செய்யப்படுகிறது. கயிற்றின் நீளத்திலிருந்து, ஒரு வளையத்தின் நீளம் (p) கணக்கிடப்படுகிறது. இப்போது இசைக் கவையின் அதிர்வெண் அதிரும் கயிற்றின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமாக இருக்கும். ஒரு வளையத்தின் நீளத்தை அறிவதிலிருந்து, அந்த இசைக் கவையின் அதிர்வெண்ணைக் கணக்கிட முடிகிறது. இதற்காக,

$n = \frac{1}{2e}\sqrt{\frac{T}{m}}$ என்ற சமன்பாடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் 'T' என்பது கயிற்றுக்குக் கொடுத்த இழுவிசை. இந்த 'T' என்பது Mg க்குச் சமம். அதில் 'M' என்பது கயிற்று நுனியில் பயன்படுத்தப்பட்ட எடையாகும். இதில் தராசுத் தட்டில் இடப்பட்ட எடையோடு தட்டின் எடையும் சேரும். அது தனியாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுச் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. 'm' என்பது முன்னமே சொன்னது போல் இழையின் ஓரலகு நீளநிறை. 4 அல்லது 5 மீட்டர் இழையினை எடுத்து அதன் நிறையைக் கண்டுபிடித்து 'm' அறியப்படுகிறது-எடை M-ஐத் தகுந்த முறையில் மாற்றிப் பல ஆய்வுகள் செய்து, இசைக்கவையின் அதிர்வெண்(n)ஐத் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம்.



படம் 6

லிசாஜஸ் படங்கள் (Lissajous figures)

ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான அதிர்வுகளைக் கொடுக்கக்கூடியனவும், அவற்றின் அதிர்வெண்களுக்கிடையே குறிப்பிட்ட தகவுடன் கூடியனவும் ஆகிய அதிர்விகள் இரண்டைப் பொருத்தமான முறையில் அமைப்பதனால் கிடைக்கும் படங்களுக்கு(படம்-7) 'லிசாஜஸ்' படங்கள் என்று பெயர். அதிர்விகளின் அதிர்வு நேரவிகிதத்தை மாற்றிப் பல்வேறு வகைப்பட்ட படங்களைப் பெற முடியும். இதனைப் பயன்படுத்தி அதிர்விகளின் அதிர்வெண்களை அளவிடலாம்.

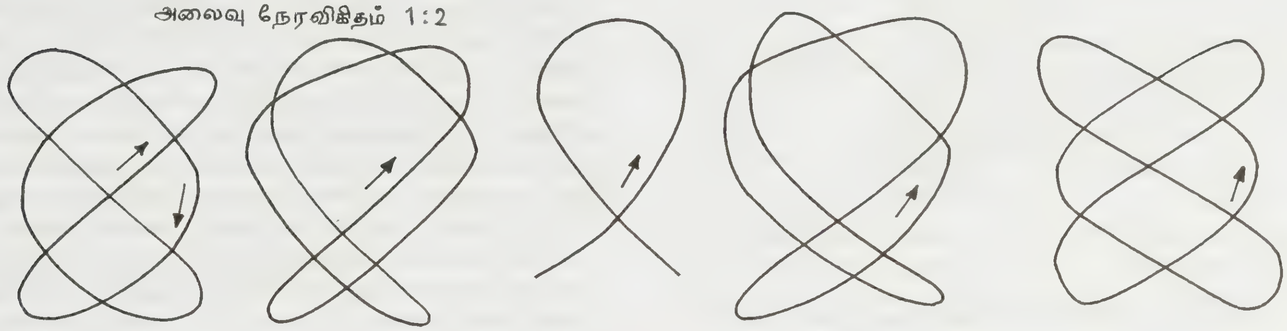
அதிர்வெண் மானிகள் (Frequency meters)

தண்டு (Rod) களின் அதிர்வுகள், அதிர்வெண்களை அளக்கக்கூடிய மானிகள் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வரிசைமுறையாகப் பற்றிப் பொருத்தப்பட்டுள்ள உருக்குத் தண்டுகள் அதிர்வெண்மானியில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஹார்ட்மேன் என்பவரும் கெம்ப்ஃ என்பவரும் ஒன்று முதல் 1500வரை அதிர்வெண்களை அளப்பதற்கான மானிகளை இந்தத் தத்துவ அடிப்படையில் செய்துள்ளார்கள்.

ஃபோனிக் மோட்டார்கள் (Phonic motors)

மின்சாரத்தினால் அதிர்வூட்டப்பட்ட இசைக்கவைகளைப் பயன்படுத்தி ரேலேயும், லாகூரும் சேர்ந்து ஃபோனிக் மோட்டார்களைக் கண்டுபிடித்தனர். அதிர்வுகளை மாறாத வேகத்தில் சுழலும் இயக்கங்களாக மாற்ற இந்த மோட்டார்கள் பயன்படுகின்றன. இரும்புப் பற்சக்கரங்களைக் கொண்ட இந்த ஃபோனிக் மோட்டார்கள் 'ஒளியியல் பதிவீட்டு அமைப்பு' களில் (Optically recording systems). 'காலப் பதிவாக்'

அலைவு நேரவிகிதம் 1:2



படம் 7

அலைவு நேரவிகிதம் 2:3

(Time-markers) களாக நன்முறையில் செயல்படு கின்றன. ஜே.எம். ஃபோர்டும், ஏ.பி.வுட்டும் சேர்ந்து செய்த ஃபோனிக் மோட்டர், 'குரோனோமீட்டரை' இயக்கப் பயன்படுகிறது.

கிளாட்னியின் படங்கள் (Chladni's figures)

தகடுகளிலும், சவ்வுகளிலும் ஏற்படும் அதிர்வுகளின் தன்மையை ஆராயக் கிளாட்னியின் படங்கள் பயன்படு கின்றன. தகட்டை அதிர்வடையச் செய்து தகுந்த முறைகளில் படம்-5 இல் காட்டியுள்ளபடி பலவகை யான கிளாட்னி படங்களைப் பெறலாம். இப்படங் களிலிருந்து தகடுகளின் அதிர்வெண்களையும், பல வகையான மணிகளில் இருந்து உண்டாகும் ஒலிகளை யும் ஆராயலாம்.

ஆர்.ந.

நூலோதி

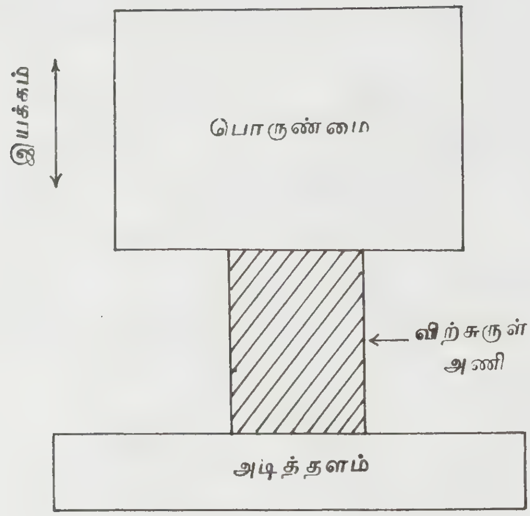
1. J. P. Den Hartog, '*Mechanical Vibrations*', McGraw-Hill International Book company, 4th Ed. 1956.

அதிர்வு உணரி

எந்திரங்களில் அதிர்வைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தும் கருவிகள் உணரிகள் (Pick ups) எனப்படுகின்றன. எந்திர அதிர்வுகளை மின்னழுத்தமாக (Voltage) மாற்றும் மின் னியக்க (Electro-mechanical) ஆற்றல் வடிவமாற்றியே (Transducer) அதிர்வு உணரி (Vibration pick up) ஆகும். உணர்வுறுப்பின் (Sensing element) வெளியீட்டுப் பண்பு களைப் (Output characteristics) பொறுத்து இந்த உணரிகள் 'முடுக்க அளவி', 'விரைவு உணரி' 'இடப் பெயர்ச்சி உணரி' எனக் குறிக்கப்படுகின்றன.

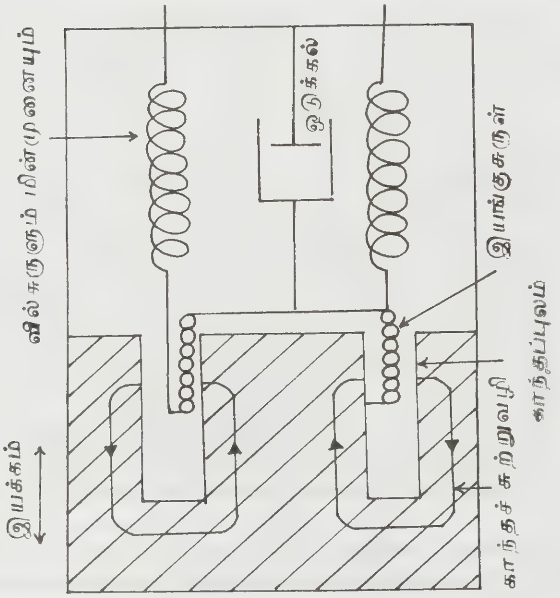
முடுக்க அளவி. இக்கருவியில் ஒரு பொருண்மை (Mass) அதைச் சுற்றியுள்ள பெட்டியில் ஒரு சுருள் வில்லில் தாங்குமாறு அலைவு நிலையில் வைக்கப் பட்டுள்ளது. அப்பொருண்மை மேல்கீழாக மட்டும் இயங்கும். முடுக்க அளவியின் (Accellerometer) இயங்கும் அலைவெண் இடைவெளி (Operating frequency range) ஒத்தலையும் அலைவெண்ணுக்குக் (Resonant frequency) குறைவானதாகும். அவ்வலை வெண் இடை வெளியில் அப்பொருண்மை அதைச்சுற்றி யுள்ள பெட்டியைப் போன்றே ஒரே முடுக்கத்திற் குள்ளாகிறது. அப்பொருண்மை சுருள்வில் தாங்கியின் மேல் விசையைச் (Force) செலுத்துகின்றது. அவ்விசை அளக்கப்படும் முடுக்கத்திற்கு நேர்தகவில் (Directly proportional) உள்ளதாகும். இதுவே அழுத்த மின் படிகத்தில் (Piezo-Electric Crystal) ஏற்படுத்தப்படும் தகைவுகளால் மின்னழுத்தமாக மாற்றப்படுகின்றது.

விரைவு உணரி. இது இதனுள் அமைந்த இரண்டு உறுப்புகளின் சார்பு விரைவிற்கு நேர்தகவில் மின்னழுத்த வெளியீடு(Output) உடைய தன் மின்னாக்க(Self generating) ஆற்றல் வடிவமாற்றியாகும். சுருளும் அதனுள் அமைந்த காந்தப்புல வாயிலுமே இவ்விரு உறுப்புகள் ஆகும். சிலவகைகளில் ஒரு வில்சுருளில் தொங்கவிடப் பட்ட சுருள் ஒரு சீர்காந்தப் புலத்தைச் சார்ந்து இயங்கு கின்றது. முடுக்க அளவியை ஒப்பிடும்போது, இந்த அமைப்பில் பொருண்மைக்குப் பதில் சுருளைச் சார்ந்து இயங்கும் ஒரு காந்தம் உள்ளது. மற்ற வகைகளிலோ



படம் 1. எளிமைப்படுத்திய முடுக்க அளவி விளக்கப்படம்

காந்தப்புலத்தில் இயங்கும் சுருள்கள் இருக்கும். இவ்வகை உணரி படத்தில் (படம் 2) காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2. எளிய விரைவுவகை அதிர்வு உணரியின் விளக்கப்படம்

இந்த விரைவு உணரியின் வெளியீட்டுக் குறிப்பலையிலிருந்து (Output signal) இடப்பெயர்ச்சியையும், முடுக்கத்தையும் கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம்.

குறைந்த இடப்பெயர்ச்சியில் உள்ள உணர்திறன், உராய்வு, அதிக இடப்பெயர்ச்சியினால் ஏற்படும் இயங்கும் உறுப்பின் இடவரம்பு ஆகியவற்றால் தீர்மானிக்கப்படும் வீச்சுகளின் இடைவெளியில் விரைவு உணரி பயன் மிக்கதாகும்.

இடப்பெயர்ச்சி உணரி. இக்கருவியின் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் இதனால் அமைந்த உறுப்புகளில் (elements) சார்பு இடப்பெயர்ச்சிக்கு (relative displacement) நேர்தகவில் இருக்கும். இந்த உணரிகள் விரைவு உணரிகளை ஒத்த கட்டுமானமும் நடத்தையும் உடையன. ஒரே வேறுபாடு, நேரடியாக அளவீடுகளை (direct reading) அறிந்து கொள்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் அலைவெண் மதிப்பீட்டு மின்வலை பயன்படுத்தப்படுவதேயாகும் (frequency weighing network). முடுக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட இடப்பெயர்ச்சிக்கு அலைவெண்ணின் இருபடியாகவும் (f^2), விரைவு அலைவிற்கு நேர்தகவிலும் வேறுபடுவதால், முடுக்க அல்லது விரைவு உணரியால் பேரலைவெண்களில் (frequencies) உள்ள சிறிய இடப்பெயர்ச்சிகளை அளக்கும்போது, அதிர்வு அளவைக் கருவி அமைப்புகளில் அளக்கும்போது ஏற்படும் சிக்கல்கள் குறைகின்றன.

எல்லா அலைவெண்களிலும் ஒலி அதிர்வைக் கண்டுபிடிக்கவும் பயன்படுத்தவும் உதவும் 'ஆற்றல் வடிவமாற்றி' அழுத்த மின் படிகமாகும்.

நேரியல் அழுத்தமின் முடுக்கஅளவி (Linear piezo electric accellerometer) அதிர்வு அளவீட்டுக்குப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பொருளின் உறழ் (Inertia) ஆற்றலால் இயக்கப்படும் அழுத்த மின்படிகம் பலபடிக வெங்களிகளால் (Polycrystalline ceramics) செய்யப்பட்டது ஆகும்.

அதிர்வுச்சோதனை (Testing) பல தொழில்களிலும் பயன்படும் தலையாய சோதனையாகும். கட்டடக் கட்டுமானங்கள், வானூர்திகள் உள்ளிட்ட பிற ஊர்திகள், ஏவுகணைகள் ஆகியவற்றின் வடிவாக்கம், பாலங்கள் கட்டுதல், நில நடுக்க ஆய்வு போன்ற பல துறைகளிலும் ஏற்படும் சிக்கல்களைத் தீர்க்க அதிர்வுச் சோதனைகள் உதவுகின்றன. அதிர்வுக் கட்டுப்பாடு, ஒடுக்கல் (Damping) மூலமோ, தனிப்படுத்தல் (Isolation) மூலமோ செய்யப்படுகின்றது. தக்க இடங்களில் தகுந்த பொருள்களைப் பயன்படுத்தி, தக்கவாறு பொருந்தும் அமைப்பைத் தேர்ந்தெடுத்து அதிர்வுத் தனிப்படுத்தல் செய்யப்படுகின்றது.

தானியங்கிகளில் (Automobiles) காற்றழுத்த சக்கர வட்டைகளைப் (Pneumatic tyres) பயன்படுத்தியும் தானியங்கியின் பொறியை (Engine) ரப்பரின் (Rubber) மேல் இருத்தியும், வணரித் தண்டுகளில் (Crank rod) 'அதிர்வொடுக்கி'யைப் (Vibration damper) பயன்படுத்தியும் அதிர்வைக் குறைக்கின்றனர்.

எந்திரங்களில் சுழலும் உறுப்புகள் துல்லியமான சம நிலையில் இல்லாத போது அதிர்ந்து பெருந்தொல்லை யைத் தருகின்றன. இதைக் குறைக்கத் தற்காலத்தில் சுழலும் உறுப்புகள் வில்சுருள்களிலும் (Spring) வேறு நெளிவிணைப்புகளிலும் (Flexible connection) பொருத் தப்படுகின்றன.

த. ந.

நூலோதி

1. **L. W. Turner,** *Electronics Engineer's Reference Book*, 4th Edition, Butter worths, London, Reprint 1981.

2. **McGraw-Hill** *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol. 14, 5th Edition, McGraw-Hill Book Company, NewYork, 1982.

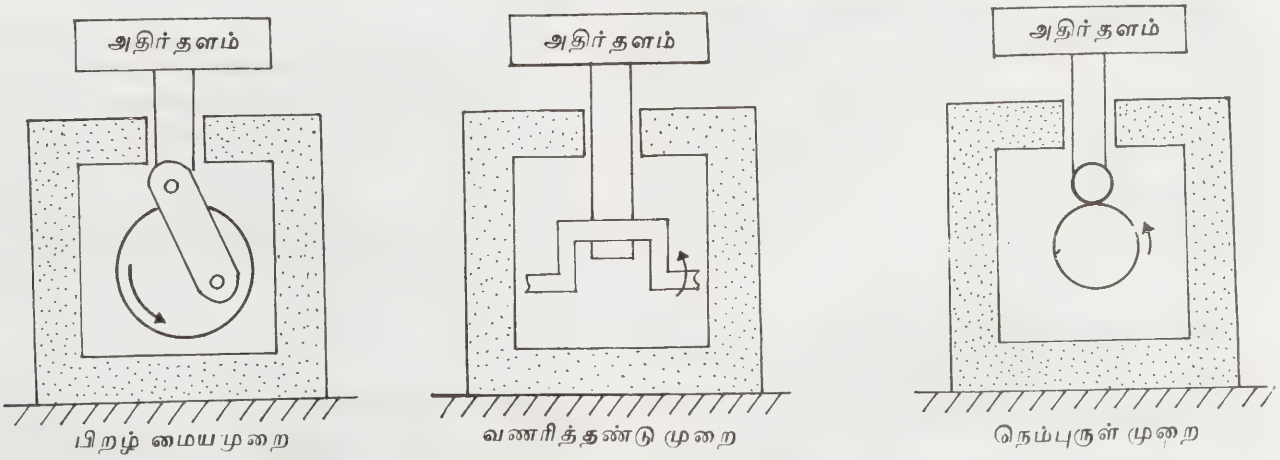
அதிர்வு எந்திரங்கள்

தொழில்நுட்ப ஆய்வுகளுக்காகக் குறிப்பிட்ட அலை வெண் (frequency), வீச்சு (amplitude), பெயர்ச்சி (displacement) நிலைமைகளில் கட்டுப்பாடான அதிர்வை ஏற்படுத்துகின்ற எந்திரங்களை அதிர்வு எந்தி ரங்கள் (Vibration machines) என்கிறோம். அதிரும் தளமும் அதிர்வை உண்டாக்கும் இயக்க அமைப்பும் (mechanism) அதிர்வு எந்திரத்தின் இரு பகுதிகளாகும். அதிர்வு உண்டாக்கும் இயக்க அமைப்புகளைப் பொறுத்து இவை நேர்வகை அதிர்வு எந்திரங்கள் (Direct type Vibration Machines) என்றும், எதிர்வினை வகை அதிர்வு எந்திரங்கள் (Reaction type Vibration Machines) என்றும் மின்னியக்கவகை அதிர்வு எந்திரங் கள் (Electrodynamic type Vibration Machines) என்றும் மூன்று வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகைகள் மட்டுமின்றிப் பாய்ம இயக்க வகைகளும் (hydraulic types), ஒத்திசைவு அமைப்பு வகைகளும் (resonant types), அழுத்த மின்வகைகளும் (Piezo electric types) கருவிகளின் அளவீடு செய்தல் (calibration), பொட்ட ணங்களின் சோதனை (package testing) போன்ற குறிப் பிட்ட சிலவற்றிற்கே பயன்படுகின்றன.

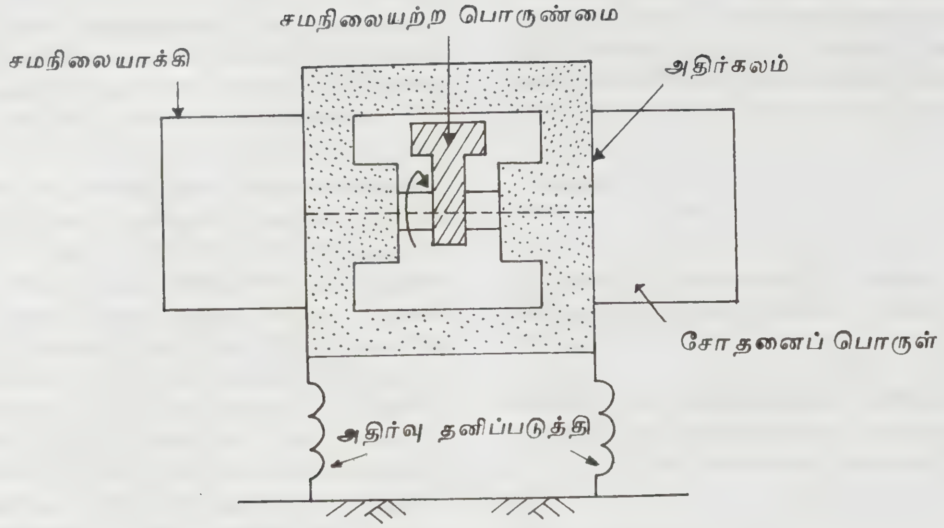
நேர்வகை அதிர்வு எந்திரங்கள். இவ்வகை எந்திரங்களில் அதிரும் தளமும் (Vibrating Plane) அதிர்வை உண்டாக் கும் இயக்க அமைப்பும் நேராக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சுழலும் ஒரு சக்கரத்தின் பிறழ் மையத்திலோ (eccentric centre), வணரித்தண்டிலோ (Crank rod) நெம்புரு ளிலோ (Cam) நேராக அதிர்வுத்தளம் இணைக்கப்படும் போது அதிர்வு ஏற்படுகிறது. பிறழ்மையத்தின் அள விற்கு ஏற்ப அதிர்வின் வீச்சு அமையும். தளத்தின் இயக்கம் ஒரு தனிஅலை (Simple harmonic) இயக்க மாகும். இயக்க அமைப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் அலை வெண்ணை 5 முதல் 60 வரை மாற்றலாம். தன்னிய யக்க முறைகளால் அலைவெண்ணைப் படிப்படியாக ஏற்றியிறக்கலாம். ஒவ்வொரு கட்டத்தின் கால அள வும் 1 முதல் 3 மணித்துளிகள் வரை அமையும்.

இவற்றில் அதிர்வுத் தளங்கள் நெடுக்காகவும் கிடை யாகவும் இயங்கும்படி பலவகை நெம்புருள்களையும் பிணைப்புகளையும் (Linkages) கொண்டு வடிவமைக் கப்பட்டிருக்கும்.

எதிர்வினை வகை அதிர்வு எந்திரங்கள். சமநிலையற்ற பொருண்மைகளைச் (Masses) சுழற்றியோ, ஊடாட் டியோ (Reciprocating) அதிர்வு ஏற்படுத்தத் தேவை யான விசைகளை உண்டாக்கும் எந்திரங்களை எதிர் வினை வகை அதிர்வு எந்திரங்கள் என்கிறோம். தரை யில் பொருத்தப்பட்டுள்ள கட்டுமானங்களில் தொங்க விடப்பட்டிருக்கும் அதிர்வுத் தளங்களின் ஓர் உறுப்பாக சமநிலையற்ற பொருண்மை ஓர் அச்சில் சுழலும்படி இவற்றில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இப்பொருண்மைகள்



படம் 1. நேர்வகை அதிர்வு எந்திரங்கள்



படம் 2. எதிர்வினைவகை அதிர்வு எந்திரங்கள்

நெளிவான பிணைப்புகள் மூலம் வேகம் மாற்றுகின்ற மின்னோடிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

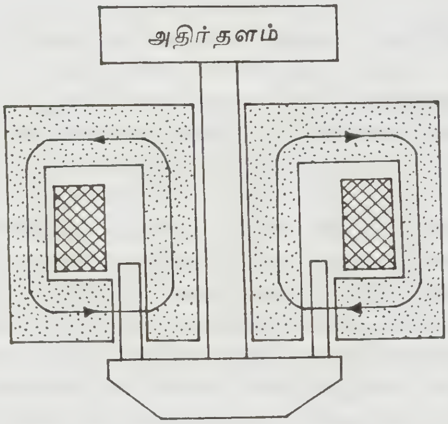
அதிர்வின் வீச்சு, சமநிலையற்ற பொருள்கள் அச்சிலிருந்து எவ்வளவு தொலைவு விலகியிருக்கின்றன என்பதைப் பொறுத்து அமையும். நேர்மின்னோட்ட மின்னோடிகளில் (D.C. Motors) வேகத்தைத் தடைமாற்றியின் (Rheostat) மூலம் மாற்றி 5 முதல் 60 வரையில் அலைவெண் உள்ள அதிர்வுகளைப் பெறலாம்.

சுழலும் பொருண்மைகள் ஏற்படுத்தும் ஒரே அளவான பெயர்ச்சியே இவ்வகைப் பொறிகளின் மேன்மையான பயன்பாடாகும். மேலும் இந்த எந்திரங்கள் தொங்கவிடப்பட்டிருப்பதால் தரையில் பொருத்தப் பட்டுள்ள பகுதிகளுக்கு அதிர்வு செல்வதில்லை.

மின்னியக்கவகை அதிர்வு எந்திரங்கள். இவற்றில் நிலையான மின்காந்தப் புலத்தில் உள்ள சுருளில் மாறு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துவதால் ஏற்படும் விசையினால் அதிர்வு ஏற்படுகின்றது. எனவே, இவ்வகைப் பொறிகளை மின்னியக்கவகை அதிர்வு எந்திரங்கள் என்கிறோம். இவை ஒலிபெருக்கிகள் இயங்கும் அடிப்படையிலேயே இயங்குகின்றன. மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு 5 முதல் 2000 வரை அலைவெண்ணை மாற்றலாம்.

மின்னியக்கவகை அதிர்வு எந்திரங்கள் சைன் வடிவ அலைகளை ஏற்படுத்தும். மிகவும் பரவலான அதிர்வு நிலைமைகளை ஏற்படுத்துவதே இவற்றின் மேன்மையான பயன்பாடாகும்.

ப.அர.ந.



படம் 3. மின்னியக்கவகை அதிர்வு எந்திரங்கள்

நூலோதி

1. T. Baumeister, E. A. Avallone, T. Baumeister III, *Mark's Standard Hand book for Mechanical Engineers*, 8th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1978.
2. Cyril M. Harris and Charles E. Crede, *Shock & Vibration Hand book*, 2nd Edition McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.

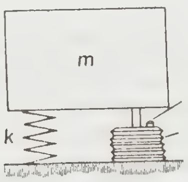
அதிர்வு ஒடுக்கல்

பொறிகளிலும் ஊர்திகளிலும் கருவிகளிலும் ஏற்படும் அதிர்வைக் குறைக்கும் முறை அதிர்வு ஒடுக்கல் (Vibra

tion Damping) எனப்படுகிறது. அதிர்வு ஒடுக்கிகள் அதிர்வின் இயக்க ஆற்றலைப் பல்வேறு முறைகளால் வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றுகின்றன. காண்க, அதிர்வு; ஒடுக்கல்; அதிர்வு தனிப்படுத்தல்.

அதிர்வுக் கட்டுப்பாட்டு முறையில் ஒன்றாகிய அதிர்வு ஒடுக்கல் ஒத்தலைவு (Resonant) நிலைமைகளில் நலம் பயக்கும் செயலாகும். ஆனால் ஒத்தலைவுக்கு மேல மையும் அலைவெண் இடைவெளியில் இது குலைவு தரும் செயலாக மாறுகிறது. பொதுவாக அதிர்வு ஒடுக்கல் நான்கு வழிகளில் செய்யப்படுகின்றது. அவை யாவன. காற்று உராய்வுமுறை (Air Friction method), பிசுப்புமுறை (Viscous method), சுழிப்பு மின்னோட்ட முறை (Eddy current method), உராய்வு ஒடுக்கல்முறை (Frictional damping method) என்பனவாகும்.

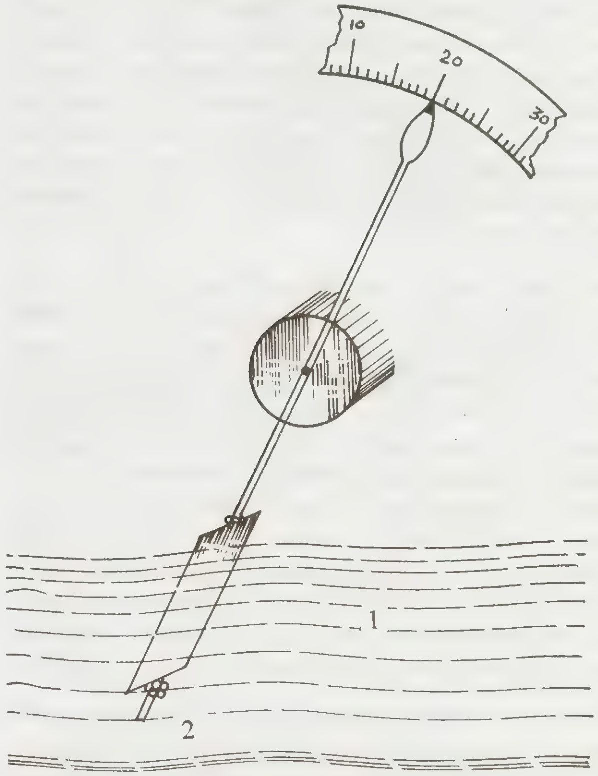
முதல் இரண்டாம் அதிர்வு ஒடுக்கல் முறைகள் ஒன்றையொன்று ஒத்தவையே. இரண்டிலும் விசிறி (Vane) அல்லது இதழ்களின் மேற்பரப்பின் மீதுள்ள இயக்கம்,அதிரும் உறுப்பின் வேகத்தைக் குறைக்கிறது. அழுந்துருள் (Piston) விசிறியொன்று கலத்தில் அசையும்படி சிறிது இடைவெளியுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். காற்றினால் அதிர்வொடுக்கல் செய்யப்படும் முறையே பெரும்பாலும் எல்லாவகை அளவைக்கருவிகளிலும் பயன்படுகிறது. நிலையாகப் பொருத்தப் பட்டுள்ள அளவைக்கருவிகளில் மட்டும் நீர்மம் வழியாக அதிர்வொடுக்கல் செய்யப்படும். அதிக விசைக்கு உட்படும் பெரிய பகுதிகளில் நீர்ம அதிர்வொடுக்கல் முறை திறம்படச் செயல்படுகின்றது.



படம் 1 காற்றினால் அதிர்வொடுக்கும் அமைப்பு
1. துளைவாய், 2. காற்றுத்துருத்தி

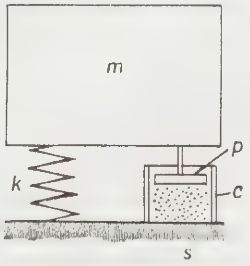
சுழிப்பு மின்னோட்ட (eddy current) அதிர்வொடுக்கல் முறையில் மின்கடத்தி காந்தப்புலத்தில் நகரும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். கடத்தியின் சுழிப்பு மின்னோட்டம், கடத்தியின் வேகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துக் காந்த இடைவினையால் ஏற்படும் ஒடுக்கல் விசை அமையும். (காண்க, தூண்டல், மின்காந்தம்.) நான்காம் ஒடுக்கல்முறை திண்மங்களின் உரசலில் ஏற்படும் கூலம்பு உராய்வு விசையை பயன்படுத்துகிறது.

பிசுப்புமுறை அதிர்வொடுக்கல் (Viscous Damping). நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள அளவைக் கருவிகளில் ஒரு நீர்மக்கலம் இருக்கும். கலத்தில் கிளிசரின் (glycerin)அல்லது தகுந்த எண்ணெய் ஊற்றி வைக்கப் பட்டிருக்கும். அளவு காட்டும் குறிமுள்ளின் ஒருமுனை அளவீட்டுத் தட்டிலும் மறுமுனை எண்ணெயின் உள்ளேயும் அமிழ்ந்து இருக்கும்.



படம் 2. பிசுப்புமுறை அதிர்வு ஒடுக்கி
1. நீர்மம் 2. சரிசெய்யும் திருகாணி

அளவைக்கருவிகளில் பிசுப்புமுறை அதிர்வொடுக்கல் அளவீட்டுத் தகட்டின் மீது இயங்கும் குறிமுள் கையை (arm) நிலைப்புறச் செய்கின்றது. அலைவு இயக்க ஆற்றல், பிசுப்பால் சிதறடிக்கப்படும் விகிதத்தைப் பொறுத்து குறிமுள் கையின் நிலைப்பு (stability) அமைகின்றது. கையின் அதிர்வு ஒடுக்கும் விளைவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காகத் தண்டின் மூழ்கும் ஆழத்தை மாற்ற வேண்டும். அதற்காகத் திருகாணி பொருத்தப் பட்டுள்ளது.



படம் 3. தானியங்கி அதிர்ச்சி ஏற்பியின் விளக்கப்படம்

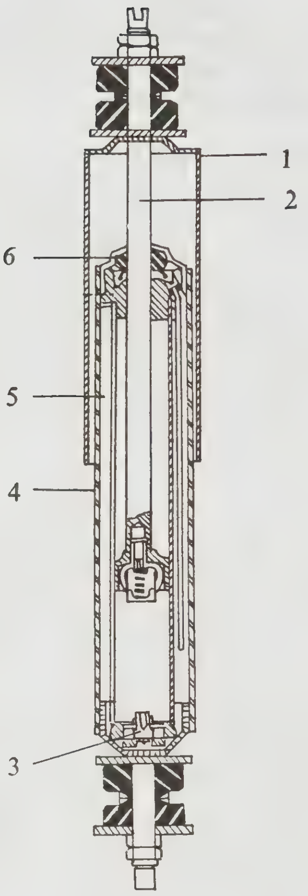
தானியங்கி அதிர்ச்சி ஏற்பி(Automobile Shock absorber). அதிர்ச்சிக்குட்படும் ஊர்தி, எந்திரம் தொழில் நுட்பக் கருவி ஆகியனவற்றை முழுமையாகவோ அவற்

றின் குறிப்பிட்ட ஒருபகுதி மட்டுமோ மேலெழாதவாறு பாதுகாக்கும் தொழில் நுட்பக் கருவி (device) தான் அதிர்ச்சிஏற்பி எனப்படுகிறது. இதுவும் பிசுப்புமுறையில் செயல்படும் அதிர்வுஒடுக்கியே. அதிர்ச்சிஏற்பி அமைப்பு மகிழுந்து, மிதிவண்டி, பொறிமிதி, சிற்றுந்து, தொடர் வண்டி, விமானம், தனிநுட்பக் கருவிகள் ஆகியவற்றில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அவற்றிலுள்ள வில்சுருள்கள் ஊர்திகளின் அதிர்வை உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. அதிர்ச்சி ஏற்பியில் பல வகைகள் உண்டு. காண்க, அதிர்ச்சி ஏற்பி.

விமானம் தரை மீது இறங்கி அதன் சக்கரம் தரையைத் தொடும் போது ஏற்படும் அதிர்ச்சியால் வலிமையான வில்சுருள்கள் அழுக்கமுறுகின்றன. பின்னர் அவை தளர்ந்து விரிவடைகின்றன. இவ்வாறு தொடர்ந்து நடை பெற்றால் விமானம் தரையிலிருந்து மேலெழும்ப நேரலாம். இதைத் தவிர்க்க விமானத்தின் அடிப்பகுதியிலுள்ள காலினுள் உலக்கை உருள்கலன் அமைப்பு உள்ளது. உருள்கலனில் எண்ணெய் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். அதிர்ச்சியால் உலக்கை நகர்ந்து ஒரு சிறிய துளை வழியாக உருளையிலுள்ள எண்ணெயைப் பாய்ச்சுகின்றது. எண்ணெய் சூடாகிறது. இவ்வாறாகத் தரை மீது விமானச்சக்கரம் பட்டதும் ஏற்படும் அதிர்ச்சி வெப்பமாக உறிஞ்சப்படுகின்றது.

பொறிமிதி (motor cycle), மகிழுந்து (Car) ஆகிய ஊர்திகள் பாதையிலுள்ள தடையைக் கடந்து செல்லும் போது ஏற்படும் அதிர்வை ஏற்க அதிர்ச்சி ஏற்பி பயன்படுகிறது. பழையமாதிரி மகிழுந்துகளில் இருசிற்கும் (axle) அடிமனைக்கும் (Chassis) இடையே தகடுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தகடுகளுக்கு இடையேயுள்ள உராய்வு அதிர்ச்சியை ஏற்கும். பின்னர் நீர்மவியல் (hydraulics) முறை அதிர்ச்சி ஏற்பியில் பயன்படலாயிற்று. இது நெம்புகோல் தத்துவம் அல்லது சரியும் அழுந்துருள் (telescopic piston) தத்துவ வகையில் அடங்கும். இயங்கும்போது வழியில் தடையால் ஊர்தியிலுள்ள வில் மேலும்கீழும் நகரும்போது உண்டாகும் அதிர்வை அதிர்ச்சி ஏற்பி உறிஞ்சிக்கொள்கின்றது. அதிர்ச்சி ஏற்பியின் குறுக்கு வெட்டுமுகத்தோற்றத்தைப் படத்தில் (படம் 4) காணலாம்.

உராய்வுமுறை அதிர்வு ஒடுக்கல் (Frictional Vibration Damping). உலர் உறுப்பொன்றை மற்றொரு பரப்பின்மீது உராயச்செய்து அதிர்வை ஒடுக்கலாம். இது உராய்வு ஒடுக்கல்முறை அல்லது கூலம்பு ஒடுக்கல் முறை எனப்படும். இவ்வகை உராய்வுமுறை ஒடுக்கி படம் 5 -இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் **உ** என்ற உருள்கலனில் **த** என்ற தண்டு செருகப்பட்டு, **பொ** என்ற பொருளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. **தா** என்ற தாங்கல் மீது **வி** என்ற விற்சுருள் மூலம் இந்தப்பொருள் தாங்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒடுக்கல் விசையின் அளவை 'உராய்வுக்கெழுவை' பொருள்மீது செயல்படும் செங்குத்து விசையினால் பெருக்கிப் பெறலாம். ஒடுக்கல் விசை எப்போதும் ஒரே நிலையான அளவுடையதாகவே

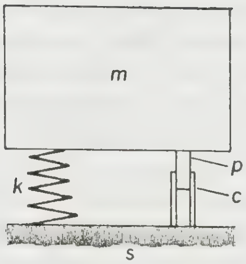


படம் 4. அதிர்ச்சி ஏற்பியின் குறுக்கு வெட்டுமுகம்

1. அழுக்கத்திலிருந்து காக்கும் மூடி, 2. உலக்கை (piston),
3. வழியிதழ் (valve), 4. குழாய், 5. உருள்கலன் (cylinder),
6 எண்ணெய் அடைப்பி (oil seal).

இருக்கும். தண்டு சரிவுடன் அமைக்கப்பட்டால் உராய்வு விசையும் மாறும் தன்மை பெறும். குத்து, கிடைத்திசைகளில் திறம்படச்செயல்படும் ஒடுக்கி, படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் சுமையுள்ள குழி-குவி வில்லை அமைந்திருக்கும். இதைச்சுற்றிப்பின்னிய நிலைவெள்ளி நெகிழ்வணை (Cushion) அமைந்துள்ளது. குத்து அல்லது கிடைத்திசையில் செயல்படும் விசை, விற்சுருளைக் கிடைத்திசையில் சரியச் செய்யும் அல்லது குத்துத்திசையில் விலக்கும். சுமை விற்சுருள்களுக்கும் ஒடுக்கும் விற்சுருள்களுக்கும் இடையில் உள்ள சார்பியக்கம் உராய்வு விசையை உருவாக்கி, ஏற்படும் அதிர்வை ஒடுக்கும். இடப்பெயர்ச்சியின் அளவைப் பொறுத்து இரண்டின் இடையிலும் உள்ள தொடுகைப் பரப்பு கூடும். இந்த ஒடுக்கல் விசை நேரியல்பில் மாறும்.

அதிர்வு ஒடுக்குவிசையைக் கணித்தல். ஒடுக்குவிசையைக் கணிக்க வேண்டியது அதிர்வு ஒடுக்கியின் வடிவ

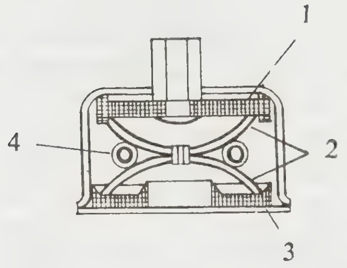


படம் 5 உராய்வுமுறை அதிர்வு ஒடுக்கல்

மைப்பில் முக்கியமான கூறுபாடு ஆகும். ஒடுக்கல் அமைப்புகளின் நடத்தையைத் தெளிவாக அறிய ஒடுக்கல் விசையின் அளவு மிகவும் தேவை. பிசுப்பு ஒடுக்கல்விசையைக் கணிதமுறையில் துல்லியமாகக் கண்டறியும் வழிமுறைகள் இருந்தாலும், நடைமுறையில் பிசுப்பு விசை மட்டும் தனியாகச் செயல்படுவதில்லை என்ற உண்மை,ஒடுக்கல் விசையைக் கண்டறிவதில் மேலும் சிக்கலை உண்டாக்குகிறது. உராய்வு ஒடுக்கலுடன் பொருள்களின் தன்னியல்பு ஒடுக்கலும் உடன் செயல்படுவதால் ஆய்வில் இக்கூறுபாடுகளையும் உடன் கருதுதல் வேண்டும்.

அதிர்வு ஒடுக்கியின் இருப்பிடம். அதிர்வு ஒடுக்கியை எங்கே பொருத்த வேண்டும் என்பதை முன்கூட்டியே தீர்மானிப்பதைப் பொறுத்து சிறந்த முறையில் அதிர்வு ஒடுக்கலைச் செய்ய முடியும். எல்லா அதிர்வு ஒடுக்கிகளிலும் இருக்கும் காரணிகளாகிய செயல்படும் வேகம், பரப்புகளுக்கு இடையே உள்ள அழுத்தம் முதலியன முக்கிய பங்கு வகித்த போதிலும், அதிகமான இயக்கம், அதிக ஆற்றலைச் சிதறடிக்க வைக்கும். அதற்குத் தக்கபடி அதிர்வொடுக்கல் அதிகமாக இருக்கும். இரு இயங்கும் பகுதிகளுக்கிடையே ஆற்றலைச் சிதறடிக்க வைப்பதற்காக அதிர்வொடுக்கிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். அதிக அதிர்வு ஒடுக்கல் திறமையைப் பெற அந்த இருபகுதிகளின் சார்பியக்கம் அதிகமாக இருத்தல் இன்றியமையாததாகும். ஒன்றிற்கொன்று இயக்கம் அதிகமாக உள்ள பகுதிகளுக்கு இடையே அதிர்வொடுக்கியைப் பொருத்த வேண்டும். காண்க, விற்சுருள்; எந்திரமுறை; அதிர்வு எந்திரம்.

புதிய பொறியையோ எந்திரத்தையோ உருவாக்கும் முன்னர் அதிர்வுத் தொல்லை எங்கெங்கே ஏற்படலாம் என்பதையும் அதை ஒடுக்குவது எப்படி என்பதையும் முடிவு செய்ய வேண்டியது வடிவமைப்பு செய்பவரின் கடமையாகும். அலைவெண் (frequency), அலைவீச்சு (amplitude) ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டு அதிர்வொடுக்கியின் வகை, அளவு ஆகியவற்றை முடிவு



படம் 6. உராய்வு ஒடுக்கி

1, 3. பின்னிய நிலைவெள்ளி நெகிழ்வணை,
2. சுமை விற்சுருள்கள் (குழி-குவி விற்சுருள்)
4. ஒடுக்குச்சுருள் விற்சுருள்

செய்ய வேண்டும். அதிர்வொடுக்கியைப் பொருத்திய பின்னர் ஏற்படும் அதிர்வை மீண்டும் அளந்து சரிபார்க்க வேண்டும்.

தி. ரா. ந.

நூலோதி

Cyril M. Harris and Charles E. Crede, *Shock & Vibration Hand book*, 2nd Edition, Mc Graw-Hill Book Combany, New York, 1976.

அதிர்வு தனிப்படுத்தல்

அதிர்வு ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடங்களுக்குப் பரவாமலும் மற்ற இடங்களிலிருந்து ஓரிடத்திற்கு வராமலும் தடுத்துக் கட்டுப்படுத்துவதே ''அதிர்வு தனிப்படுத்தல்'' (Vibration Isolation) ஆகும். மேலும், துணைக்கட்டுமானங்களைக் கட்டுப்படுத்துதலும் அதிர்வு தனிப்படுத்திகளைப் பொருத்துவதும் பொறிகளின் உள்கட்டுமானத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதும் அதிர்வு தனிப்படுத்தலில் அடங்கும். பொதுவாக, எங்கெல்லாம் இயக்கம் இருக்கிறதோ அங்கெல்லாம் அதிர்வு உண்டாகும். உட்கனல் பொறிகள், விமானங்கள், சம்மட்டிப்பொறி ஆகியவை இயங்கும்போது அதிர்வு உண்டாகும். எந்திரங்களும் (machines) மற்ற சாதனங்களும் (equipments) கட்டுமானங்களும் (Structures) இயங்கும் போது அதிர்வு ஏற்படுகிறது. இந்த அதிர்வு அந்த எந்திரங்களையும் சாதனங்களையும் மட்டுமல்லாமல் அவற்றைச் சார்ந்திருக்கும் மற்ற எந்திரங்களையும் சாதனங்களையும் கட்டடங்களையும் கூடத் தாக்குகிறது. அதனால் ஏற்படும் விளைவுகள் பல தீமைகளை உண்டாக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, தொடர்வண்டிப் பாதையின் அருகில் இருக்கும் கட்டடங்கள் விரிசலடைவதும், இடிந்து விழுவதும் உண்டு. இதனைப்போன்றே சம்மட்டிப்பொறிகளின் பக்கத்தில்

துல்லியமான பொறிகளோ மின்துகளியல் (electronic) கருவிகளோ இருந்தால் அவற்றின் இயக்கம் பாதிக்கப் பட்டுத் துல்லியம் (accuracy) குறையும்.

அதிர்வினால் உண்டாகும் விளைவுகளைக் குறைப் பதற்கு அதிர்வு ஏற்படக் காரணமானவற்றைக் கண்டு, களைந்து, அதிர்வைக் குறைக்க முதலில் முயற்சி எடுக்க வேண்டும். கட்டுமானங்களை முறையாக வகுப்பத னாலும் (design), இயக்கச் சுமையைச் சரியாக சமன் செய்வதினாலும், சரியான இடம், அடித்தள (foundation) அமைப்பு, இயங்கு சுமை (dynamic load) ஆகிய வற்றைத் தேர்வு செய்வதனாலும் அதிர்வைக் குறைக்க லாம். இத்தகைய முயற்சிகள் எல்லாம் எடுத்தாலும் அதிர்வை முழுவதுமாகக் குறைத்துவிட முடியாது. ஆகவே அதிர்வினால் ஏற்படும் விளைவைக் கட்டுப் படுத்த அதிர்வைத் தனிப்படுத்திப் பிரிக்க வேண்டும்.

அதிர்வு தனிப்படுத்திகளின் நெறிமுறை. அதிர்வு தனிப் படுத்தலின் தலையாய பணி, சுமையின் அளவு தேவைப் பட்ட இயற்கை அலைவெண் (Natural frequency), அதிர்வு தனிப்படுத்தியை அமைக்கும் முறை, வைக்கும் இடம், சாதனங்களுக்கும் அவற்றை வைத்துள்ள கட்டு மானத்திற்கும் இடையில் உள்ள தொடர்பு ஆகிய வற்றிற்கு ஏற்ப அதிர்வு தனிப்படுத்தியைத் தேர்ந் தெடுத்துப் பயன்படுத்தும் நெறிமுறை ஆகும்.

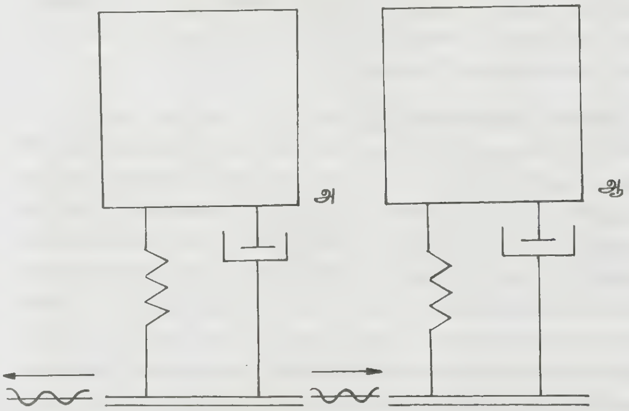
அதிர்வு தனிப்படுத்தி பயனுள்ளதாக அமைய அதன் இயற்கை அலைவெண், அது அடங்கியுள்ள அமைப்பு அல்லது கட்டுமானத்தின் இயற்கை அலைவெண்ணை விட மிகமிக அதிகமாகவோ, மிகமிகக் குறைவாகவோ இருக்க வேண்டும்.

பல்வேறு அலைவெண்களில் அதிர்வு அமையும் கட்டு மானங்களான விமானம் போன்றவற்றில் (5Hz-2000 Hz.) உள்ள அதிர்வு தனிப்படுத்தியின் இயற்கை அலைவெண் விமானம் செல்லும் வேகத்தைப் பொறுத்து அமையும்.

அதிர்வு தனிப்படுத்தியின் இயற்கை அலைவெண் குறைவாக இருந்து அது தாங்கும் அமைப்பின் அலை வெண் மாறக்கூடியதாக இருந்தால் அமைப்பின் அலை வெண்ணும், தனிப்படுத்தியின் இயற்கை அலை வெண்ணும் ஒன்றாகும்போது அவை இரண்டும் சேர்ந்து மிகவும் அதிகமான அதிர்வை உண்டாக்கும். இதற்கு ஒத்தலைவு (Resonance) அல்லது ஒத்திசைவு என்று பெயர். ஒத்தலைவைக் கட்டுப்படுத்தாவிடில் அது பல கேடுகளை விளைவிக்கும். ஆகவே ஒத்தலைவால் ஏற் படும் பெரும (Maximum) அதிர்வை 3 மடங்கிற்கு மேல் போகாமல் கட்டுப்படுத்த அதிர்வு தனிப்படுத்தியின் வில்தன்மையை (Resilience) ஒடுக்க வேண்டும்.

அதிர்வு தனிப்படுத்தி என்பது அதிர்வு தனிப்படுத்தும் அமைப்பின் நடுப்பகுதி மட்டுமே. மற்ற பகுதிகள் அடித்தளமும் (Foundation) பொறிகளும் ஆகும். ஒத் தலைவு நேரம் உய்யமானதாக (Critical) இருந்தால் அதிர்வு தனிப்படுத்திகளைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயன் படுத்தும்போது, அடித்தளங்களின் நெளிவும் (Flexibility) அதிர்வுதனிப்படுத்தியின் நெளிவும் தொடர் நிலையில் (Series) அமையும். அப்பொழுதுதான் சுமை யேற்றப்பட்ட அமைப்பின் அலைவெண் இந்த இரு நெளிவுகளின் கூட்டுத்தொகையின் வர்க்க மூலத்திற்குத் (Square root) தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும். ஒத் தலைவின்போது, கட்டுமானத்தில் கூடுதலான நெளி வுத்தன்மையை அமைத்தால் அது இயற்கை அலை வெண்ணைக் குறைப்பதோடு இடப்பெயர்ச்சியையும் (Displacement) கூட்டும். இது ஒடுக்கப்படாத கட்ட மைப்புத் தன்மையால் ஏற்படுகிறது. துணைக்கட்டு மானம், கட்டுமானத்தில் மூட்டியிருக்கும் இணைப்பு கள் ஆகியவற்றின் நெளிவு அதிர்வு தனிப்படுத்தியின் நெளிவைவிட 25 விழுக்காட்டுக்கு மேல் அதிகமாக இருக்கக்கூடாது.

அதிர்வு தனிப்படுத்தலின் வகைகள். அதிர்வு தனிப் படுத்தல் இரண்டு வகைப்படும். அதிர்வு உண்டாக்கும் இடத்தில் அதிர்வு அந்த இடத்திலிருந்து மற்ற இடங் களுக்குப் பரவாமல் தடுக்கும் முதல் முறை செய் (active) அதிர்வு தனிப்படுத்தல் எனப்படும். இதற்கு மாறாக, அதிர்வினால் பாதிக்கப்படும் பொருள்களைத் தனிப்படுத்தும் இரண்டாம் முறை முடக்க அல்லது செயப்பாட்டு (passive) அதிர்வு தனிப்படுத்தல் ஆகும்.

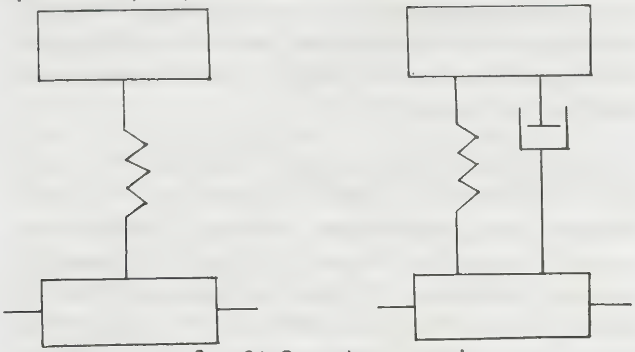


படம் 1. அதிர்வு தனிப்படுத்தல் முறைகள்

அ. செய் அதிர்வு தனிப்படுத்தல்,
ஆ. செயப்பாட்டு அதிர்வு தனிப்படுத்தல்

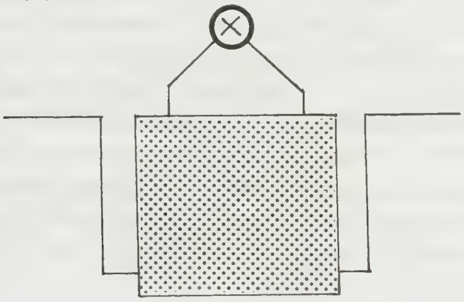
வில்-பொருண்மை அமைப்பு (Spring-mass system). ஒரு வில்லைப் பயன்படுத்தி ஓர் அமைப்பின் பொருண் மையை அடித்தளத்தோடு இணைக்கலாம். இதற்கு அதிர்வு சமன்படுத்தல் என்று பெயர். இந்த முறை அலைவெண் நிலையாக இருக்கும் அமைப்புகளுக்கே பொருந்தும். அலைவெண் மாறும் அமைப்புகளுக்கு அதிர்வு ஒடுக்கிகளைத் (vibration dampers) தான் பயன் படுத்த வேண்டும். இதில் நிலைமைக்கேற்ப அடித்தளத் தின் மொத்த பொருண்மையைக் கூட்டியோ அல்லது அதன் அடிப்பரப்பைக் கூட்டியோ அடித்தளத்தின்

இயற்கை அலைவெண்ணை (natural frequency) மாற்றுவதனால் அதிர்வு பரவுவதைத் தடுக்கலாம்.



படம் 2. வில்-பொருண்மை அமைப்பு

பள்ள அரண் (Trench Barrier). பொறிகள் பூட்டப்பட்டுள்ள கடைகாலின் பக்கங்களில் பள்ளங்களை வெட்டி அதற்கும் அதனைச் சார்ந்த நிலத்திற்கும் இடையிலுள்ள தொடர்பைத் துண்டித்து அதிர்வைத் தனிப்படுத்தலாம்.



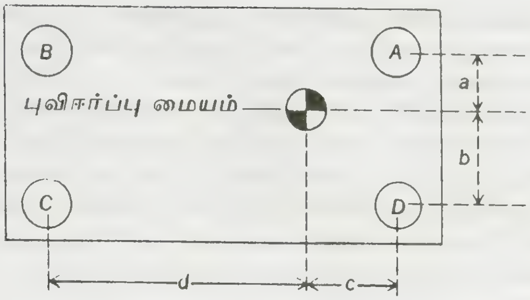
படம் 3. பள்ள அரண்

ரப்பர் பாய் (Rubber Mat). இந்த முறையில் பஞ்சு போன்ற மென்மையான பொருள்களைப் பயன்படுத்தி அதிர்வு தனிப்படுத்தப்படுகிறது. இப்பொருள்களை அதிர்வு உண்டாக்கும் இடத்திற்கும் அதனைச் சூழ்ந்திருக்கும் இடத்திற்கும் இடையில் வைப்பதால் அதிர்வு பரவுதல் குறைக்கப்படுகிறது. பொறிகள், சாதனங்கள் அல்லது அடித்தளங்கள் ஆகியவற்றின் கீழ் ரப்பர் போன்ற மென்மையான பொருள்களினால் செய்த பாய்களைப் பரப்பியும் அதிர்வைத் தனிப்படுத்தலாம்.

இம்முறையில் பஞ்சு, தக்கை, சணல்பிரி (Felt) போன்றவையும் பயன்படுத்தப்படும். மேலும் இரும்புப் பெட்டிகளில் பல வில்களையும் (Spring) பயன்படுத்தலாம்.

இவற்றின் அடிப்படையில் பல அதிர்வுத் தனிப்படுத்திகள் செய்து விற்கப்படுகின்றன. அவற்றை வாங்கிப் பொறிகளின் அடியில் பொருத்திக்கொள்ளலாம்.

ஒவ்வோர் அதிர்வு தனிப்படுத்தி வைத்திருக்கும் இடத்திற்கும் ஏற்படும் சுமையைக் கணக்கிடப் பல முறைகள் உள்ளன.



படம் 4, அதிர்வு தனிப்படுத்தியின் இருப்பிடங்களைக் கண்டறியும் முறை

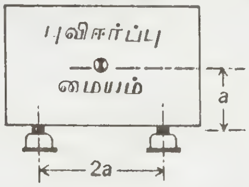
அவற்றில் ஒரு முறை படத்தில் (படம் 4) காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வோர் இடத்திலும் உள்ள சுமையின் அளவைக் கீழ்கண்ட சமன்பாடுகளால் அறியலாம். இதில் W என்பது மொத்தச் சுமை.

$$A = W\left(\frac{b}{a+b}\right) \qquad \left(\frac{c}{c+d}\right)$$

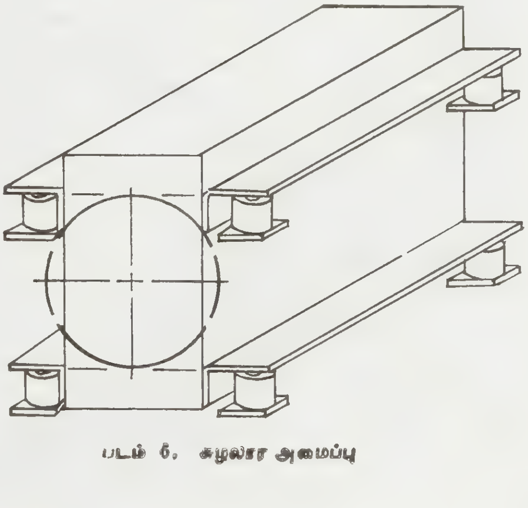
$$B = W\left(\frac{b}{a+b}\right) \qquad \left(\frac{c}{c+d}\right)$$

$$C = W\left(\frac{a}{a+b}\right) \qquad \left(\frac{c}{c+d}\right)$$

$$D = W\left(\frac{a}{a+b}\right) \qquad \left(\frac{d}{c+d}\right)$$



படம் 5. அடித்தாங்கல் அமைப்பு
பு. மை-புவியீர்ப்பு மையம்



படம் 6. சுழலச்சு அமைப்பு

தனிப்படுத்தியை அமைக்கும் இடங்கள் (Location of Isolators). அதிர்வு தனிப்படுத்திகளைப் பல்வேறு முறைகளில் அமைக்கலாம். அவை சாதனங்களின் அடிப்பகுதிகளில் வைக்கும் அடித்தாங்கு அமைப்பு (படம் 5), புவியீர்ப்புத் தளத்தில் அமைக்கும் புவியீர்ப்பு முறை, சுழலாரத் தளத்திற்கு (Plane of radius of gyration) இருமருங்கும் பக்கத்திற்கு நான்காக அமைக்கும் இருமருங்கு அமைப்பு முறை அல்லது சுழலார அமைப்பு முறை (படம் 6) என்பனவாகும்.

ப. அர. ந.

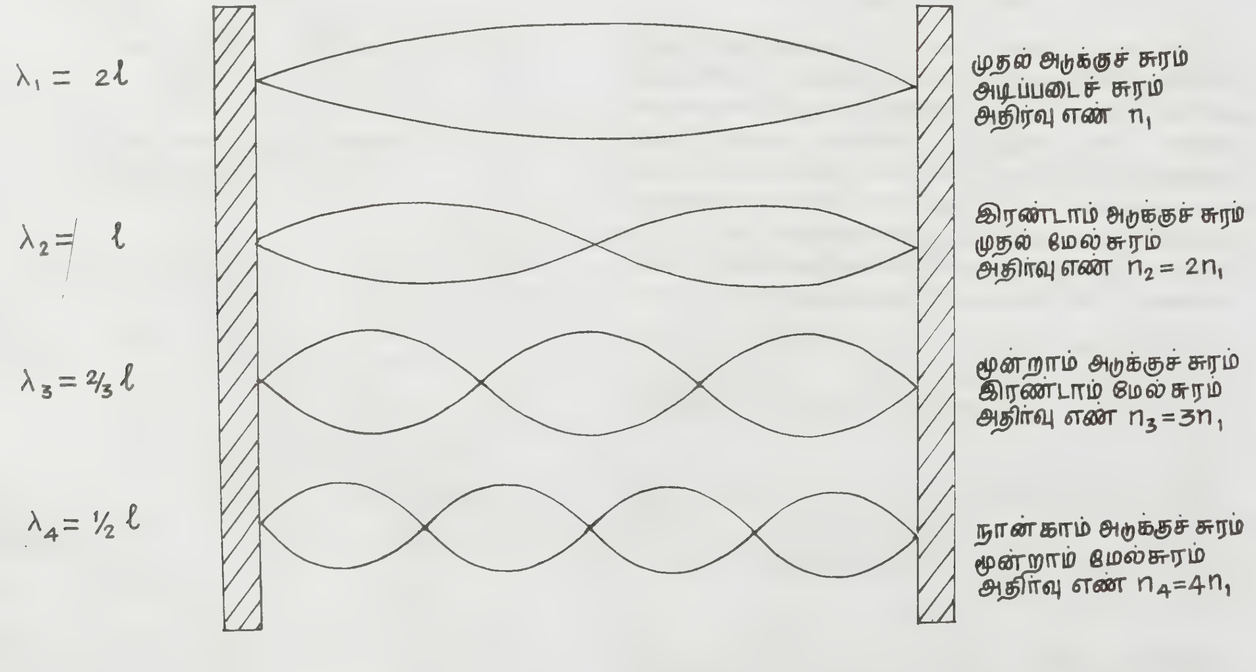
நூலோதி

1. Cyril M. Harris and Charles E. Crede, *Shock & Vibration Handbook*, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.

அதிர்வு முறைகள்

அதிர்வுமுறை என்பது பொருள்கள் அதிர்வதனால் உண்டாகும் அலைகளினுடைய இயக்கத்தின் பல்வேறு வடிவங்களைக் (Pattern) குறிக்கும். மேலும் இசை ஒலியின் (Musical sound) சிறப்பியல்பான சுரப்பண்பின் (Timbre) இயற்பொருள் எதிரிணைத்திறன் (Physical counterpart) தான், அலை அமைப்பு (wave form) அல்லது அதிர்வு முறை ஆகும். ஒலியின் சுரப்பண்பு (Timbre) என்பது, இருவேறு இசைக்கருவிகளால் எழுப்பப்படும் ஒரே சுருதியும் (pitch), ஒரே உரப்பும் (Loudness) கொண்ட ஒலிச்சுரங்களை வேறுபடுத்தி உணர உதவும் பண்பாகும். ஆக வெவ்வேறு பொருள்களில் உண்டாகும் அதிர்வு முறைகளைப் பற்றிப் படிப்பதன் மூலம் அவை உண்டாக்கும் ஒலியின் இசைப்பண்பு பற்றி நன்கு அறியலாம்.

இசைக்கருவிகள் எழுப்பும் ஒலி அலைகளின் வடிவங்களை நோக்கினால், அவை பல்வகை அதிர்வு முறைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பது தெளிவாகும். அவற்றில் குறைந்த அளவு அதிர்வு எண் (Frequency) n_1, (ஒரு நொடியில் பொருள் அதிரும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை) கொண்ட அதிர்வு முறை அடிப்படைச் சுரம் (Fundamental Note) என்றும், அதன் அதிர்வு எண், அடிப்படை அதிர்வு எண் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. மற்ற அதிர்வு முறைகள் (அதிர்வு எண் $2n_1$, $3n_1$, $4n_1$......) அதன் மேல்சுரங்கள் (Overtones) எனப்படும். மேல் சுரங்களின் அதிர்வு எண்கள் அடிப்படைச் சுர அதிர்வு எண்ணின் முழு மடங்காக இல்லாமலும் இருக்கும். மேலும் மேல்சுரங்களின் அதிர்வு எண்கள் அடிப்படைச் சுரத்தின் அதிர்வு எண்ணின் அடுக்குத் தொடராக (Harmonic series) இருப்பின் (n_1: n_2: n_3: ...... 1: 2: 3: ....) அவற்றை அடுக்குச் சுரங்கள் (Harmonics) என்கிறோம். அடிப்படைச்சுரம் முதல் அடுக்குச்சுரம் எனவும், முதல்மேல்சுரம் (First overtone) இரண்டாவது அடுக்குச்சுரம் (Second Harmonic) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இதே போன்று மற்ற மேல்சுரங்களும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஓர் இசை



படம் 1. λ - அலை நீளம் l - கம்பியின் நீளம்

யொலியின் சுரப்பண்பு, அதில் உள்ள அடுக்குச் சுரங்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் அவற்றின் ஒப்பு வலிமை (Relative Intensity) இவற்றைப் பொறுத்து அமையும். ஏனெனில் மேல்சுரங்கள் அடுக்குச் சுரங்களாக அமையும்போதுதான் ஒலி கேட்பதற்கு இனிமையாகவும் சிறப்பாகவும் இருக்கும். இப்பண்பே அனைத்து வகை இசைக்கருவிகளின் அடிப்படையாக அமைகின்றது.

இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பிகளின் அதிரும் முறைகள்

ஒரு மெல்லிய கம்பியை, அதன் இரு முனைகளையும் இழுத்துக்கட்டி நடுப்பகுதியில் மீட்டினால், கம்பி அதிரும். இந்நிலையில் கம்பியின் வழியே குறுக்கலைகள் (Transverse waves) விரைந்து, கம்பியின் முனைகளில் அவை பட்டு மீண்டு (Reflected) நிலையான அலை (Stationary wave) அமைப்பைத் தோற்றுவிக்கும். கம்பியில் உண்டாகும் பல்வகை அதிர்வு முறைகள் படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

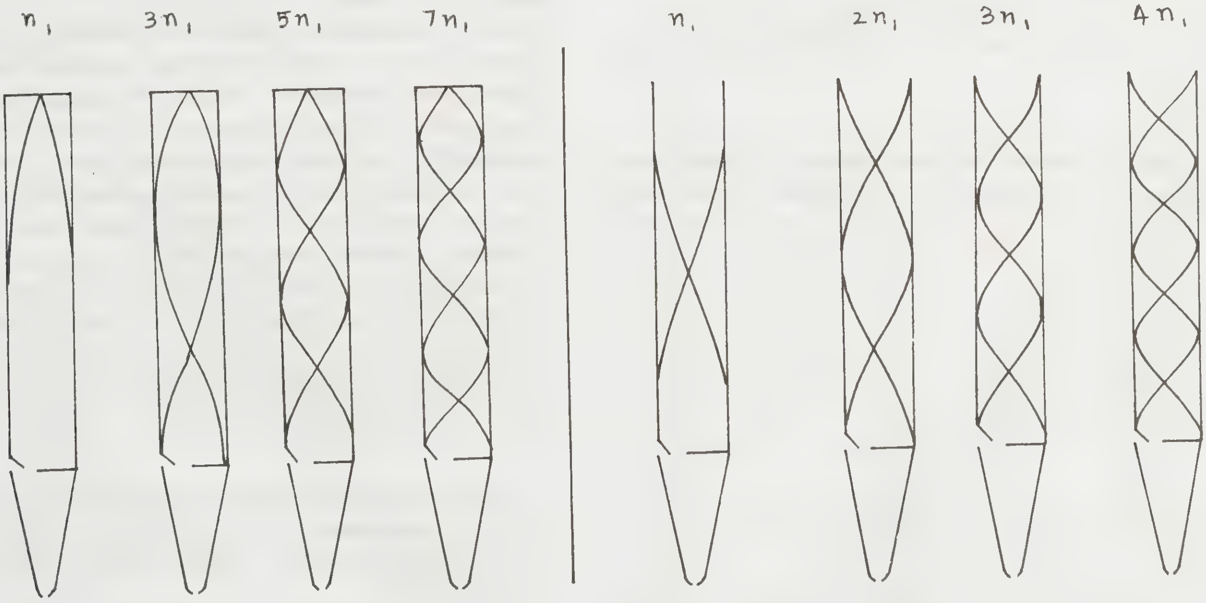
வயலின், கித்தார், வீணை போன்ற இசைக்கருவிகளில் மீட்டும்போது அதிர்வுறும் கம்பிகளின் நீளங்களை விரலால் மாற்றியமைப்பதனால், அடிப்படைச் சுரத்தின் அதிர்வெண் மாற்றப்படுகின்றது. மேலும் இனிமைதராத மேல்சுரங்கள் (எடுத்துக்காட்டாக ஏழாவது அடுக்குச்சுரம்) தோன்றாமலும் தவிர்க்கப்படுகின்றன.)

காற்றுக் கம்பங்களின் அதிர்வு முறைகள் (Modes of Vibration of Air Columns)

காற்றுக் கம்பங்களில் நெட்டலைகள் (Longitudinal waves) மூலம், பல அதிர்வு முறைகள் தோன்றுகின்றன. நாதசுரம், கிளாரினெட், ஆர்மோனியம் போன்ற காற்று இசைக் கருவிகளில் (Wind Instruments) ஒரு நீண்ட காற்றுக் கம்பம் அதிர்வதால், அடிப்படைச் சுரமும் பல அடுக்குச் சுரங்களும் தோன்றி இனிமையான ஒலி கிடைக்கிறது. வாய் முனையில் (நறுக்கு) சீவாளி (Reed) கொண்டு காற்றுக் கம்பத்தை அதிர்வுறச் செய்கிறோம். துளை இசைக்குழல்கள் (Flue pipes) இரு வகைப்படும். (1) ஒரு பக்கம் மூடிய நீள் உருளை வடிவக்குழல், அஃதாவது மூடிய முனைக்குழல் (Closed end pipe), (2) இருபுறமும் திறந்திருக்கும் திறந்த முனைக்குழல் (Open end pipe). இவ்விருவகை இசைக் குழல்களிலும் காற்றை ஊதுவதனால் உண்டாகும் பல வித அதிர்வுமுறைகள் படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. மூடிய முனைக்குழல்களின் அதிர்வுமுறைகள் ஒற்றைப் படை (odd) அடுக்குச்சுரங்களாகவும் (n_1, $3n_1$, $5n_1$, ...), திறந்த முனைக்குழல்களின் அதிர்வு முறைகள் முழு அடுக்குச் சுரங்களாகவும் (n_1, $2n_1$, $3n_1$,.........) வருகின்றன. எனவேதான் திறந்த முனைக் குழல்களே இசைக்கருவிகளில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

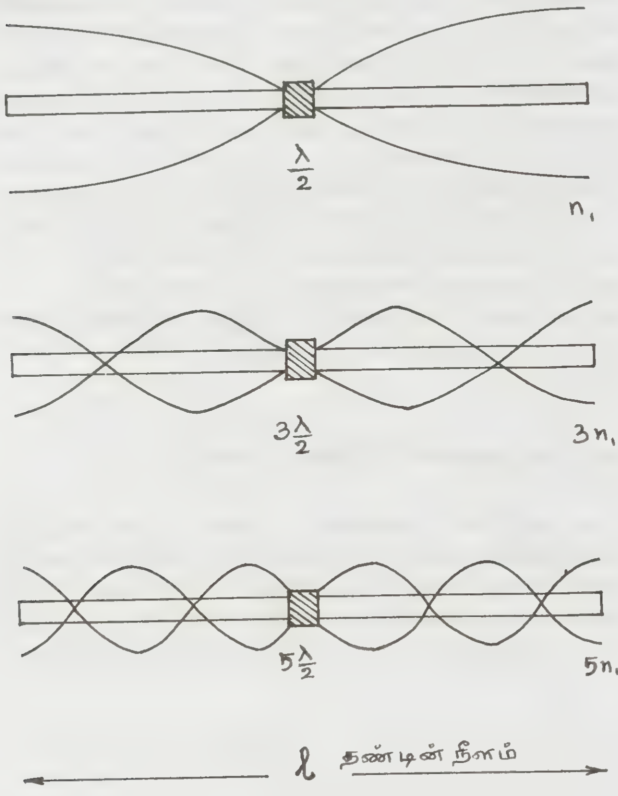
உலோகத் தண்டுகளின் அதிர்வு முறைகள்

ஓர் உலோகத் தண்டை அதன் நடுப்பகுதியில் பொருத்தி, அதனை நீளவாக்கில் இழுத்துவிட்டால் தண்டு அதிர்ந்து, நெட்டலைகள் தோன்றும். நெட்டலைகள் முனைகளில் எதிரொலிக்கப்பட்டு, நிலையான அலைகள்தோன்றும். தண்டின்நடுப்புள்ளி கணுக்



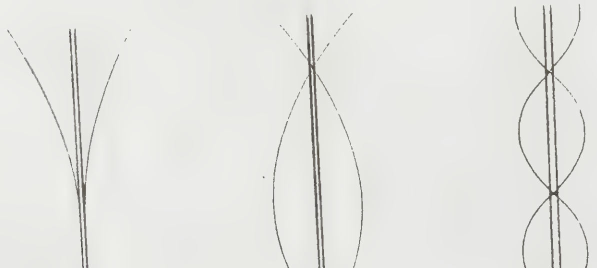
படம் 2. மூடிய முனைக்குழல் திறந்த முனைக்குழல்

களாகவும் (Nodes), முனைகள் எதிர்க்கணுக்களாகவும் (Antinodes) அமையும். இதுவே அதன் அடிப்படை அதிர்வுமுறையாகும். தண்டில் தோன்றும் பலவகை அதிர்வு முறைகள் படம் 3இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. தண்டு, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இடங்களில் பொருத்தப் பட்டிருப்பின், அதன் அதிர்வு முறைகள் மாறுபட்டு இருக்கும்.



படம் 3

உலோகத் தண்டைச் செங்குத்தாக நிறுத்தி அதன் கீழ் முனையைப் பொருத்தி மேல்முனையை அதிர்வுறச்



செய்தால் குறுக்கலை முறையில் தண்டு அதிரும். தண்டின் அதிர்வு முறைகள் (படம் 4) மூடிய முனைக் குழலின் அதிர்வு முறைகளை ஒத்திருந்த போதிலும், தண்டின் பல்வேறு அதிர்வு முறையின் அதிர்வு எண்கள் அடுக்குச் சுரங்களாக இரா. முதல் மூன்று அதிர்வு முறைகளின் அதிர்வு எண்கள் $1 : \frac{25}{4} : \frac{69}{4}$ என்ற என்ற விகிதத்தில் அமையும்.

தகடுகளின் அதிர்வு முறைகள் (Modes of Vibration of Plates)

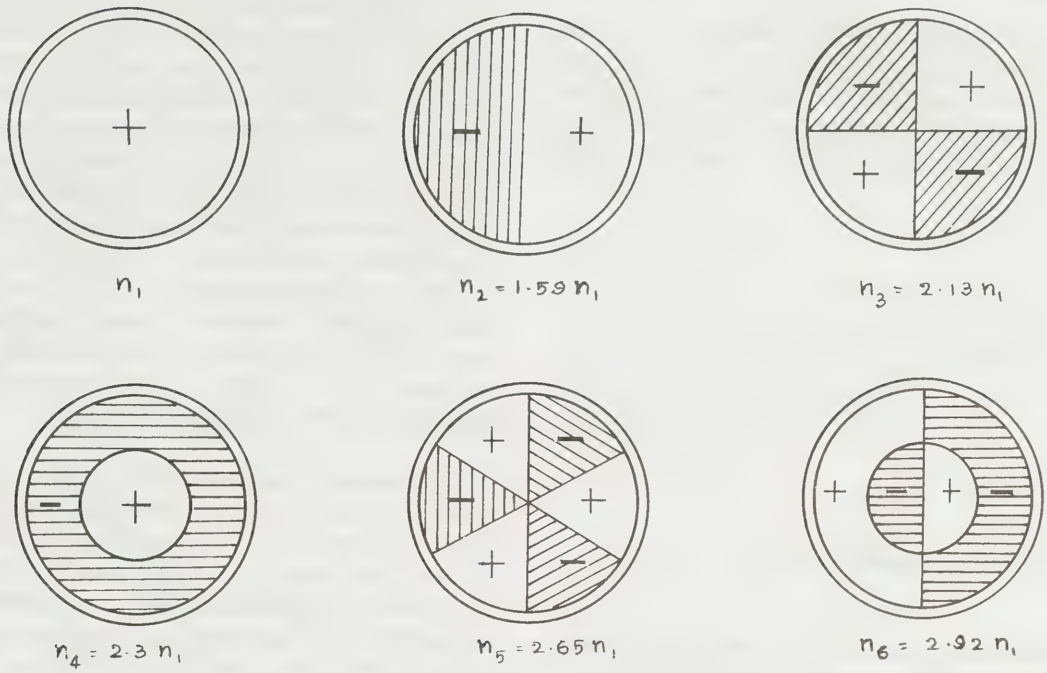
ஒரு பித்தளைத் தகட்டைத் தாங்கியில் பொருத்தி அதன் ஓரங்களில் வயலின் வில்கொண்டு தேய்த்தால் தகடு அதிரும். தகட்டை வெவ்வேறு புள்ளிகளில் விரல்களினால் பிடித்து அதனால் பல்வேறு அதிர்வு முறைகளை உண்டாக்கலாம். ஆனால் இதன் அதிர்வு முறைகளின் அதிர்வு எண்கள் அடுக்குச் சுரங்களாக அமைவதில்லை.

சவ்வுகளின் அதிர்வு முறைகள் (Modes of Vibration of membranes)

மிருதங்கம், தபேலா போன்ற தோல் இசைக் கருவி களில் சவ்வு அல்லது மெல்லிய தோல் இழுத்துக் கட்டப் பட்டிருக்கும். தோலின் மீது சமச்சீரான நேர இடை வெளிகளில் தட்டினால், குறுக்கலைகள் தோலின் வழியே விரைந்து எல்லைகளில் பட்டு, எதிர்மீண்டு, நிலையான அலைகள் தோன்றும். ஒவ்வொரு நிலை அலையும் தனித்தனி அதிர்வெண் கொண்டது. இழுத் துக்கட்டப்பட்ட வட்டமான ஒரு சவ்வின் பல்வேறு அதிர்வுமுறைகள் படம் 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் அதிர்வு எண்களை 1: 1. 59: 2. 13: 2. 30:2. 65:2. 92 என்று ஒரு சீரற்ற தொடராக இருக் கும். அதாவது பல்வேறு அதிர்வு முறைகளின் அதிர்வு எண்கள் அடிப்படைச் சுரத்தின் அடுக்காக அமைவ தில்லை. ஆனால் பொதுவாகத் தோலுக்கு அடியில் உள்ளீடற்ற கூடு ஒன்றைப் பொருத்தித் தோலின் நடுப் பகுதியில் கோந்து, இரும்புத்தூள்ஆகியவற்றின் கலவை யைப் பூசித் தோலின் அதிர்வு முறை சீராக்கப்படுகிறது. ஆகவே ஒரே சீரான அடுக்குச் சுரங்கள் உண்டாகி ஒலி ஏறத்தாழ இனிமை பயக்கும்.

இவ்வாறாக வெவ்வேறு பொருள்களில் உண்டாகும் அதிர்வு முறைகளைப் பற்றிப் படிப்பதனால், அவை உண்டாக்கும் ஒலியின் இசைப்பண்பு பற்றி நன்கு அறியலாம்.

பெ. க.



படம் 5

+ குறியும், − குறியும் சவ்வில் எதிர் எதிர் திசைகளில் உண்டாகும் இடப்பெயர்ச்சியைக் குறிக்கின்றன.

நூலோதி

1. **George Gasnow and John M. Cleveland**, ***'Physics, Foundations and Frontiers'***, Prentice Hall of India Pvt., Ltd., New Delhi-1, 1963

2. **R. P. Feynman, R.B. Leighton and Mathew Sands**, ***'The Feynman Lectures on Physics'***, Vol-I, Addision Wesley-Reading, Massachusetts, 1964.

3. **Philip Morse**, ***Vibration and Sound,'*** McGraw -Hill Book & Co., INC, Tokyo, IInd Edition, 1948.

4. **M. Narayanamoorthy, V. Gosakan and T. Rajagopalan.** ***'Sound'***, The National Publishing & co., Madras-1, Ist Ed., 1978.

5. **N. Subrahmanyan and Brijlal**, ***'A Text Book of Sound'***, Vikas Publishing House Pvt., New Delhi, 1982.

6. **எஸ். சோமசுந்தரம், 'ஒலி'**, தமிழ் நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம்-1972.

அதிர்வெண்ணும் அளக்கும் முறைகளும்

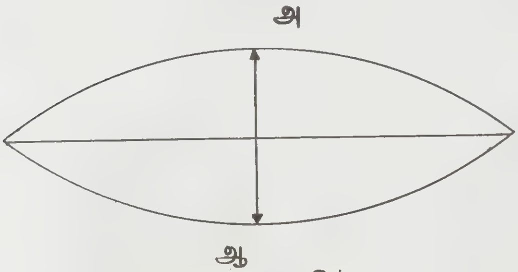
இசைக்கருவிகள், இசைக்கவை ஆகியவற்றை மீட்டும் பொழுது, அல்லது ஒரு விறை பொருள் அதிர்ச்சியுறும் பொழுது ஒலி எழுகிறது. ஒலியின் முக்கியமான பண்பு அதன் அதிர்வெண்ணாகும். ஒலி, எழுப்பின பொருளி லிருந்து அதைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றில் அலைகளாகப் பரவி நம் காதில் விழுந்து உணரப்படுகிறது. அத்த கைய ஒலி ஒரே அதிர்வெண்ணுள்ளதாயும், பல அதிர் வெண்களின் சேர்க்கையாகவும், அதிர்வுற்ற பொருளை யும் அதன் அமைப்பையும் பொறுத்து அமையும்.

இசைக்கவையிலிருந்து (Tuning fork) எழும் ஒலியை ஒரு குறித்த அதிர்வெண்ணுள்ளதாகக் கருதலாம். வீணை, வயலின் நரம்புகள், புல்லாங்குழல், மத்தளம், இவற்றிலிருந்து எழும் ஒலிகள் பல அதிர்வெண்களின் சேர்க்கையாகும். இருப்பினும், ஒவ்வொரு சுருதிக்கும் ஓர் அடிப்படை (Fundamental) அதிர்வெண் (மிக்க செறிவுற்றதாக) இருக்கும். பல கருவிகளிலிருந்து ஒரே சுருதியில் ஒலி எழுப்பப்பட்டாலும் சேர்க்கை அதிர் வெண்களைப் பொறுத்து, ஒலியின் தன்மை வேறுபடு கிறது. இதனால்தான் காதினால் கேட்கும்பொழுது எக்கருவியிலிருந்து ஒலி வருகிறதென உணரமுடிகிறது.

ஒரே குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணை நிலைப்படுத்தப் பலமுறைகள் உள்ளன. ஒரு பொருளை அதிர்ச்சியுறச் செய்தால், அப்பொருளில் ஒரு நொடிக்குள் ஏற்படும் அதிர்வுகளை (Frequency) அதிர்வெண் எனலாம். எடுத்துக்காட்டாக, இழுக்கப்பட்ட கம்பி ஒன்று அதிரும் பொழுது, ஒரு நொடியில் (மேலிருந்து கீழ்ச்சென்று மீண்டும் மேலே சென்று) எத்துணை முறை அசை

கிறதோ அதை அப்பகுதிக் கம்பியின் (Segment) அசை வெண் எனலாம்.

ஒலி, அலைகளாகக் காற்றில் பரவுகிறது. காற்றில் ஒலி பரவும் வேகம் ஒருநொடிக்கு 300 மீட்டர் ஆகும். ஒலி வேகம்,அதிர்வெண் அலை நீளம் இவற்றை $V = n\lambda$ என்ற சமன்பாட்டினால் இணைக்கலாம். V-வேகம்; n-அதிர்வெண்; λ-அலைநீளம். காற்றைத் தவிர, நீர், எண்



அ, ஆ - கம்பி அதிர்வின் வீச்சு

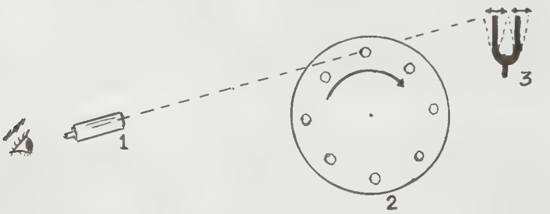
படம் 1

ணெய்,உலோகங்கள், மற்ற பொருள்கள் மூலமும், ஒலி வெவ்வேறு வேகத்துடன் பரவும். மேற்குறித்த சமன்பாட்டில் அதிர்வெண் ஒன்றாக இருந்தாலும், பொருளுக்கேற்ப, வேகமும் அலை நீளமும் மாறுபடும்.

பல முறைகளில், வேகமும், அலை நீளமும் அளக்கப்பட்டு, மேற்குறித்த சமன்பாட்டினால் அதிர்வெண் நிலைப்படுத்தப்படுகிறது. அதிர்வுறும் பொருளுடன் தக்க இணைப்புகளைப் பொருத்தி, வரைமுள்ளினால் (Stylus), காகிதப் பட்டைகளில் அலைகளை வரைந்து, அதிர்வெண்ணை நேரடியாகக் கணக்கிடலாம்.

அதிர்வுகளை மின், அல்லது மின்காந்த மாறுபாடுகளாக மாற்றி எதிர்மின் கதிர் அலைவு வரைவியின் (Cathode ray oscillograph) மூலம் அதிர்வெண்ணை நிலைப்படுத்தலாம்.

ஸ்ட்ரோபாஸ்கோப் (ஒரு வட்டத்தில் சம இடைவெளிகளில் சிறு துளைகள் செய்யப்பட்டு அச்சில் சுழலக்கூடிய வட்டத் தட்டு) என்ற கருவியைக் கொண்டும் அதிர்வெண்களை நிலைப்படுத்தலாம்.

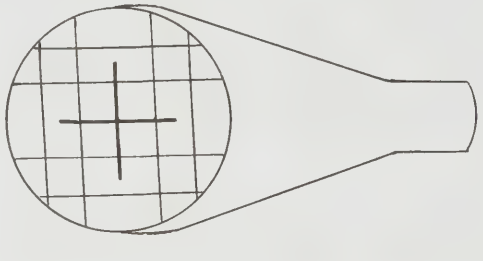


1. தொலை நோக்கி 2. ஸ்ட்ரோபாஸ்கோப் 3. இசைக் கவை

படம் 2

இசைக்கவையின் ஒரு கவையில் பளபளப்பான ஒரு புள்ளி இடப்பட்டு, ஸ்ட்ரோபாஸ்கோப்பின் (Strobascope) துளைகள் வழியாக, தொலை நோக்கி வழியாகப் பார்க்கப்படுகிறது. தட்டு, மோட்டாரினால் மெதுவாகச் சுற்றப்பட்டால், அப்புள்ளி, துளைவழியாகத் தெரிந்து மறையும். சுழற்சி வேகத்தை மெல்ல உயர்த்தினால் புள்ளி மறைக்கப்படும். சுழற்சியை உயர்த்தி, அல்லது மெல்ல குறைத்துப் புள்ளி நிலையாக ஒரு கோடு போலத் தெரியும் பொழுதுள்ள மோட்டார் சுழற்சி வேகத்தைக் குறித்து, இசைக்கருவியின் அதிர்வெண்ணைக் கணக்கிடலாம். மோட்டார் அச்சுடன், சுழற்சி எண்ணிக்கையைக் காட்டும் கருவியிலிருந்து, ஒரு நொடிக்கு எத்தனை முறை தட்டு சுழல்கிறது எனத்தெரிந்து கொள்ளலாம். அது n ஆகவும், ஸ்ட்ரோபாஸ்கோப் வட்டத்தில் m துளைகளும் இருந்தால், இசைக்கவையின் அதிர்வெண் nm ஆகும்.

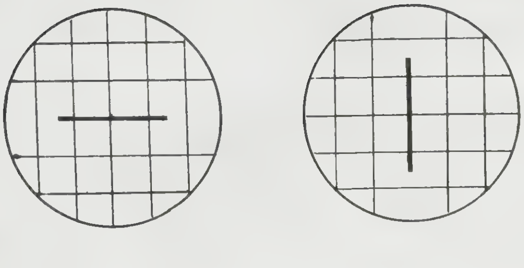
இசைக்கவை அல்லது, ஒலி எழுப்பும் பொருளின் முன் ஓர் ஒலிவாங்கியை (Microphone) வைத்தால், ஒலி வாங்கியில், ஒலி அதிர்வுகள், மின் அழுத்த அல்லது மின்னோட்ட மாற்றங்களாக மாற்றப்படும். இத்தகைய மாற்றங்களை ஓர் எதிர் மின்கதிர் அலை வரைவியில் (Cathode Ray Oscillograph) ஏற்றி, அதிர்வெண்ணை நிலைப்படுத்தலாம். இந்த அலைவரைவியில் எதிர்மின்கதிரினால் இடமிருந்து வலம் சென்று வரும்கோடு வரையப்பட்டுப் பார்க்கப்படுகிறது. இதை XY அச்சின் கால இடைவெளி அடிப்படை எனலாம்.



படம் 3

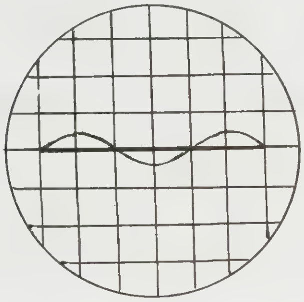
ஒருமுறை இடமிருந்து வலம், மீண்டும் இடமிருந்து வலம் வரும் கால அளவைக் குறைக்கவும் அதிகரிக்கவும், இந்த அலைவரைவியில் மின்சுற்றுகள் உள்ளன. இவ்வாறு கோடிட்டுக் கொண்டிருக்கும் மின்கதிரை, மேலும் கீழும் (YZ திசையில்) மின்னழுத்த வேறுபாடுகளால் இழுபடச் செய்யலாம். ஒலியெழுப்பியின் அதிர்வெண்ணை ஒத்த மின்னழுத்த வேறுபாடுகளை YZ திசையில் ஏற்றினால், இவ்வேறுபாடுகளைத் திரையில் விரிவுறக் காணலாம்.

எதிர்மின்கதிர் ஒருமுறை இடமிருந்து வலம் செல்கையில், எத்தனை முழு அலைகள் உருவாகின்றன

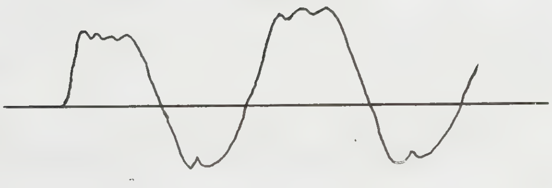


படம் 4

என்று தெரிந்து, கீழ் மேல் அலை எழுப்பும் அதிர் வெண்ணைக் கணக்கிடலாம்.



படம் 5



படம் 6

தனித்த அதிர்வின்றி, சிக்கலான, பல அதிர்வெண் கள், பல செறிவுடன் சேர்ந்து உருவான ஒலியினால் ஏற்படும் வரைவைப் படம் எடுத்து, அதற்கான கணிப்பு முறைகளால், அவ்வொலியில் உள்ள அதிர் வெண்களைக் கணக்கிடலாம்.

த. க.

நூலோதி

Chakrabarti & Chowdhury, *A Text Book on Waves and Acoustics*, New Central Book Agency, Delhi, 2nd Edition 1982

அதிவடிவச் சார்புகள்

அதிவடிவச் சார்பு (Hyper geometric function) என்பது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சமன்பாடு (1) இல் உள்ள தொடரால் வரையறுக்கப்பட்ட சார்பின் பகுமுறைத் தொடர்ச்சி (Analytic continuation) ஆகும். $|Z| < 1$ ஆனால்,

$$ {}_2F_1\ (a,b;c;z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a)_n (b)_n}{(c)_n\ n!} Z^n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

இங்கு $n = 1, 2, 3, \ldots\ldots\ldots ; (a)_0 = 1$ மதிப்புகளுக்கு

$$(a)_n = a\,(a+1)\,(a+2)\ldots\ldots(a+\overline{n-1}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

ஆகும். இச்சார்புகள், சமன்பாடு (3) இல் உள்ள வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டை (Differential equation) நிறைவு செய்கின்றன.

$$z\,(1-z)y'' + [c-(a+b+1)z]\,y' - aby = 0 \quad \ldots\ldots(3)$$

இது $|z| < 1$, மெய்மதிப்பு $c >$ மெய்மதிப்பு $b > 0$—க்கு சமன்பாடு (4) இல் உள்ள தொகைக்கெழு (Integral) குறியீட்டால் குறிப்பிடப்படும்.

$$ {}_2F_1\ (a,b;c;z) = $$

$$\frac{\gamma(c)}{\gamma(b)\,\gamma(c-b)} \int_0^1 (1-zt)^{-a_t b-1}\ (1-t)^{c-b-1}\ dt$$

இங்கு γ என்பது காமாச் சார்பு.

முதலில் அறிவியலில் வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வுகளாக அதிவடிவச் சார்புகள் தோன்றின.

அடிப்படைச் சார்புகள் (Elementary functions). சமன்பாடு (5) இல் தரப்பட்டுள்ள அடிப்படைச் சமன் பாடுகள் அதிவடிவச் சார்புகளின் சிறப்பு வகையாகும்.

$$\left.\begin{aligned}
\log(1-z) &= z\,{}_2F_1\,(1,1;2;z)\\
\sin^{-1}z &= z\,{}_2F_1\left(\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}; \tfrac{3}{2}, z^2\right)\\
\tan^{-1}z &= z\,{}_2F_1\left(\tfrac{1}{2}, 1; \tfrac{3}{2}; -z^2\right)\\
(1-z)^{-a} &= {}_2F_1\,(a;b;b;z)
\end{aligned}\right\} \ldots\ldots(5)$$

தொடர் பின்ன விரிவுகள் (Continued fraction expansions). நடைமுறையில் மிகவும் பயன்படக்கூடிய ஓர் எளிய தொடர் பின்ன விரிவு (Continued fraction), அதி வடிவச் சார்புகளின் பொதுக் கோட்பாட்டு அடிப்படை யில் அமைந்ததாகும். ஜோஹன் லேம்பர்ட் (Johann Lambert) என்பவர் முதலில் $\tan^{-1}z$ இன் தொடர்பின்ன விரிவைச் சமன்பாடு (6) இல் உள்ளபடி விவரித்தார்.

$\tan^{-1}1 = \frac{1}{4}$ ஆகையால்

$$\tan^{-1}z = \cfrac{z}{1 + \cfrac{\frac{1.1}{1.3} z^2}{1 + \cfrac{\frac{2.2}{3.5} z^2}{1 + \cfrac{\frac{3.3}{3.5} z^2}{1 + \ldots\ldots\ldots}}}} \quad \ldots\ldots\ldots(6)$$

என்ற தொடர்பின்னம் π இன் வெளிப்படைக் கோவையைத் (Explicit expression) தருகிறது.

சி.எப். காஸ் (C.F.Gauss) என்பவர்

${}_2F_1\,(a,b+1;c+1;z)\;/\;{}_2F_1\,(a,b;c;z)$ என்ற விகிதத் துச்குத் (Ratio) தொடர்பின்ன விரிவு $a=\frac{1}{2}$, $b=0$, $c=\frac{1}{2}$ என்று மதிப்பிடும்போது சமன்பாடு (6) ஆகிறது எனக் கண்டுபிடித்தார். இந்தத் தொடர்பின்ன விரிவைப் பெறக் காஸ் என்பவர், மூன்று அதிவடிவச் சார்புகளை இணைக்கும் மூன்று உறுப்பு மீள்நிகழ்வு (Recurrence) உறவுகளைக் (Relations) கொணர்ந்தார். அதாவது a,b,c, என்ற மூன்று தன்னளவுகளில் (Parameters) இரண்டு தன்னளவுகள் சமமாகவும், மூன்றாவது அவற்றைவிட ஒன்று குறைவாகவோ, அதிகமாகவோ அமைந்தால் சமமாக உள்ள இரு தன்னளவுகளும் மூன்றாவதுடன் அருகமைந்தவை (Contiguous) எனப்படும். இந்த அருகமைந்த உறவுகளைக் வகைக்கெழுச் சமன்பாடு (3) இன் பிரிநிலை ஒப்புமை (Analog)யாக அமையும் மூன்று உறுப்பு வேறுபாட்டுச் சமன்பாடுகள் (Difference equation) ஆகக் கருதலாம். பெரும்பாலும் அதிவடிவச் சார்புகள் இரண்டாம் வரிசை வகைக் கெழுச் சமன்பாடு அல்லது வேறுபாட்டுச் சமன்பாடு களை நிறைவு செய்கின்றன.

உருமாற்றங்கள் (Transformations). சமன்பாடு (4) இல் உள்ள தொகையிடலில் $t=1-s$ என்ற மாறிலிகளை (Variable) மாற்றினால் நேரியல் (Linear) பின்ன உருமாற்றச் சமன்பாடு (7) கிடைக்கிறது.

$${}_2F_1\,(a,b;c;z) \;=\; (1-z)^{-a}\,{}_2F_1\,(a,c-b;c;z/(z-1)) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

இதை a,b, -களின் சமச்சீரினைப் பயன்படுத்தி, தொடர் முறையினால் கணிப்பிடச் சமன்பாடு (8) கிடைக்கும்.

$${}_2F_1\,(a,b;c;z) = (1-z)^{c-a-b}\;\;{}_2F_1(c-a,\,c-b;\,c;z) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

இது இருபடி உருமாற்றம் உடைய இரண்டு தன்னளவு களைச் சார்ந்த அதிவடிவச் சார்பின் ஒரு பிரிவாகும்.

$${}_2F_1\;(2a,\;2b;\;a+b+\tfrac{1}{2};z) = {}_2F_1\;[a,b;a+b+\tfrac{1}{2};\;4z\,(1-z)]$$

$${}_2F_1\,(2b,a;2a;z) = (1-z)^{-b}\;{}_2F_1\,[b,a-b;a+\tfrac{1}{2};\;z^2/(4z-4)] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(9)$$

இவை இரண்டும் மிக முக்கியமான சமன்பாடுகளாகும், ஏனென்றால், இவற்றில் உள்ள ஒவ்வொரு சார்பையும் ஓர் இயற்கணிதச் சார்பால் பெருக்கினால் ஒரு லெஜெண்டர் சார்பு (Legendre function) கிடைக்கும் அனைத்து லெஜெண்டர் சார்புகளும் இவ்வகையில் தான் உருவாகின்றன.

ஒருங்கிணைவு அதிர்வடிவச் சார்பு (Confluent hypergeometric function). $0,1,\infty$ ஆகிய புள்ளிகளில் வகைக் கெழுச் சமன்பாடு (3) ஆனது, முறையான சிறப்புப் புள்ளிகளை (Regular singular points) உடையதாகும். இப்புள்ளிகளை z_1,z_2,z_3 என்ற ஏதாவது மூன்று புள்ளி களுக்கு ஒரு நேரியல் பின்ன உருமாற்றம் மூலம் நகர்த்தலாம். இந்த உருமாற்றம் சமன்பாடு (7) முதல் (9) வரை உள்ள இருபடி உருமாற்றங்களிலுள்ள (Linear quadratic transformations) சமச்சீர்மைகளைத் தோற்றுவிப்பதுடன் சிறப்புப்புள்ளிகளை ஓரிடத்தில் குவியும்படியும் செய்கிறது. இயல்பான அதிவடிவச் சார்புக்கு ஏற்படும் இத்தகைய மாற்றம் ஒருங்கிணைத்தல் (Confluence) எனப்படும். சார்பு ${}_2F_1\,(a,b;c;\frac{z}{b});0,\ b,\ \infty$ என்ற புள்ளிகளைச் சிறப்புப் புள்ளிகளாகக் கொண்ட வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்வதுடன், b-ஐ மிகவும் பெரியதாக்கக் கிடைக்கும் சார்பும் ஒருங்கிணை அதிவடிவச் சார்பு ஆகும். இதன் சமன்பாடு (10) ஆகும்.

$${}_1F_1\,(a;c;z) = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{(a)_n\,z^n}{(c)_n n!} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

உருமாற்ற வாய்பாடு (8) சமன்பாடு (11) ஆக மாறுகின்றது.

$${}_1F_1\,(a;c;z) = e^z\,{}_1F_1\,(c-a;c;-z) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(11)$$

இருபடி உருமாற்றம் (9) சமன்பாடு (12)-ஐக் கொடுக்கின்றது.

$$e^{-z}\,{}_1F_1\,(a;2a;2z) = {}_0F_1\,(-;a+\frac{1}{2};\frac{z^2}{4}) \ldots(12)$$

இச்சமன்பாட்டின் வலப்பக்கம் பெசல் சார்பின் (Bessel function) கற்பனை வீச்சின் (argument) எளிய பெருக்கல் அல்லது $I_{a-\frac{1}{2}}(z)$ ஆகும். இதனைப் பயன்படுத்தினால் வகைக்கெழுச் சமன்பாடு (3), சமன்பாடு (13) ஆகின்றது.

$$zy'' + (c-z)y' - ay = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$

இது 0இல் முறையான சிறப்புப் புள்ளியையும், ∞ இல் முறையற்ற சிறப்புப் புள்ளியையும் கொண்டது. இதன் ஒரு தீர்வு ${}_1F_1$ (a;c;z) ஆகும்.

பொதுமைப்படுத்திய அதிவடிவச் சார்புகள் (Generalized hypergeometric function). ${}_2F_1$, ${}_1F_1$, ${}_0F_1$ ஆகிய கூட்டுத் தொகைகள் (sums) இயல்பாகவே பல வகைகளில் பயன்படுவதால், சமன்பாடு (14)இல் வரையறுக்கப்பட்டுள்ள பொதுமைப்படுத்திய அதிவடிவச் சார்பைக் கருதுவது பயன்மிக்கதாகும்.

$${}_pF_q\,(a_p;b_q;z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a_1)_n \ldots\ldots (a_p)_n Z^n}{(b_1)_n \ldots\ldots (b_q)_n n!} \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

இங்கு $a_p = a_1, \ldots\ldots\ldots, a_p$: $b_q = b_1, \ldots\ldots\ldots b_q$ இந்தப் பொதுமைப்படுத்திய அதிவடிவச் சார்புகள். (p q+1) இல் பெரிய எண்ணை வரிசையாகக் கொண்ட வகைக் கெழுச் சமன்பாடுகளை நிறைவு செய்யும். இங்கு $p>q+1$ ஆகும்போது, a-க்களில் ஒன்றை எதிர்ம (negative) முழு எண்ணாகக் கருதவேண்டும். இல்லையெனில் $z=0$ தவிர ஏனைய மதிப்புகளுக்கு இத் தொடர் குவியாது.

செங்குத்துப் பல்லுறுப்பிகள் (Orthogonal polynomials).

இந்தச் சார்புகள் a_i, b_j தன்னளவுகள் உள்ள வேறுபாட்டுச் சமன்பாடுகளையும் நிறைவு செய்கின்றன. புள்ளியியலில் (Statistics) பயன்படும் முக்கியமான பல பரவல் சார்புகளுடன் (Distribution functions) தொடர்புடைய செங்குத்துப் பல்லுறுப்பிகள் இத்தகைய வேறுபாட்டுச் சமன்பாட்டைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை புள்ளியியல் நிகழ்தகவுக் (Probability) கணக்குகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வீச்சு Z சிறப்பு மதிப்புகளைப் பெறும்போது, பல அதிவடிவச் சார்புகள், காமாச் சார்புகளின் ஈவுகளாகக் (quotients) கருதப்படுகின்றன.

பொதுமைப்படுத்திய அதிவடிவச் சார்புகளைப் பெற அத்தொடரை வெளிப்படையாகத் தொகுக்குமுன் அத்தொடரின் தன்னளவுகளுக்குச் சில கட்டுப்பாடுகளை விதிக்க வேண்டும். அப்போது இரு பொதுவகைத் தொகுதிகள் உருவாகின்றன. அவை (1) நன்கு சமநிலைப்படுத்திய (Well poised) தொகுதி, (2) K சமன்படுத்திய (K-balanced) தொகுதி என்பன. $P = q + 1$ ஆகும்போது நன்கு சமன்படுத்திய தொகுதி ஏற்படும். அப்போது தன்னளவுகளை $a_1 + 1 = a_2 + b_1 = \ldots\ldots = a_{q+1} + b_q$ ஆகும்படி இணைக்கலாம். ஏ. சி. டிக்சன் (A. C. Dixon) என்பவர் $Z = 1$ ஆகும்போது ${}_3F_2$ என்ற பொது நன்கு சமநிலைப்படுத்திய தொடரைத் தொகுத்தார். ஒரு தொடர் சமநிலைப்படுத்தப் பட்டும், $a_2 = b + 1$ ஆகவும் இருந்தால் அத்தொடர் நன்கு சமநிலைப் படுத்தப்பட்ட தொடர் ஆகும். $P = q+1$ ஆகவும், ஏதாவது ஒரு முழு எண் K-விற்கு $a_1 + \ldots\ldots\ldots \div a_{q+1} + k = b_1 + \ldots\ldots + b_q$ ஆகவும், a_i களின் ஒன்று எதிர்ம முழு எண்ணாகவும் அமையும் தொடர் k-சமன்படுத்திய தொடர் எனப்படும். ஜே. எப். பாஃப் (J. F. Pfaff) என்பவர் 1 சமன்படுத்திய ${}_3F_2$ ஐ, $z = 1$ என்ற மதிப்புக்குத் தொகுத்தார். இது போலவே ஜான்டுகால் (John Dougall) என்பவர் நன்கு சமன்படுத்திய, 2 சமன்படுத்திய ${}_7F_6$ ஐ $z = 1$ என்ற மதிப்புக்கு மிகச் சிக்கலான தொகுதி ஒன்றினைக் கண்டு பிடித்தார்.

இந்தத் தொகுதிகளும் அவற்றைச் சார்ந்த உருமாற்ற வாய்பாடுகளும் மிகவும் அடிப்படையானவை. இவை பலவிதப் பயன்பாடுகளில் உதவுகின்றன. இவற்றில் சில ஜி ராகா (G. Racah) என்பவரின் கலப்பு நிற மாலைகள் (Complex spectra), டி. ரிக்கே (T. Regge) என்பவரின் கிளேப்ஸ் கோர்டான் (Clebseh Gordan) கெழுக்களின் (Co-efficients) சமச்சீர்மைகள், ஈ. ஸ்பேர் ஆண்டர்சன் (E. Sparre Anderson) என்பவரின் சம வாய்ப்பு அலைவுக்கோட்பாடு (Fluctuation theory) போன்றவை முக்கியமானவை.

மேலும் நடைமுறைக்கு மிகவும் பயன்படத்தக்க பல பொதுமைப்படுத்திய அதிவடிவச் சார்புகள் உள்ளன. இச்சமன்பாடு (18) இல் உள்ள மதிப்புகளைக் கொண்டு பெயர்ந்த காரணிகளை மாற்றியமைத்து, q இன் தக்க அடுக்குகளை (Powers)

$$(q^a)_{q,n} = (1-q^a)(1-q^{a+1})\ldots\ldots(1-q^{a+n-1})\ldots.(18)$$

பெருக்கல் கூறுகளாகப் பயன்படுத்தினால் அதனால் ஏற்படும் சார்பு, தீட்டாச் சார்புகளுக்கும் (theta functions), எல். ஜே. ரோஜர்ஸ் (L. J. Rogers), இராமானுஜம் (Ramanujam) என்பவர்களின் வாய்பாடுகளுக்கும் தொடர்புடையதாகும். இவ்வாய்பாடு எண் கோட்பாட்டிலும் (Number theory), சேர்மானப் பகுப்பாய்விலும் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இவற்றில் ஒரு சமன்பாடு (19) ஆகும்.

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{q^{n^2}}{(q)_{p,n}} = \frac{1}{\prod_{n=0}^{\infty} (1-q^{5n+1})(1-q^{5n+4})} \ldots\ldots\ldots(19)$$

இங்கு $\prod_{n=0}^{\infty} a_n = a_0\, a_1 \ldots\ldots a_n \ldots\ldots$ என்பது முடிவிலாப் பெருக்குத் தொகை ஆகும். ஒரு நேர்ம (positive) முழு எண்களின் கூட்டலை, நேர்ம முழு எண்களின் பிரிப்புகள் (partitions) மூலம் கூறலாம். பிரிப்பில் ஏதாவது இரண்டு பகுதிகளின் வேறுபாடு, குறைந்தது இரண்டு ஆக உள்ளபடி அமையும் நேர்முழு எண்களின் கூட்டலாக அல்லது பிரிப்பாக ஒரு நேர்முழு எண்ணை எழுதக்கூடிய வகைகளின் எண்ணிக்கையும், ஐந்தால் வகுபடும் ஒரு முழு எண்ணைவிட ஒன்று அதிகமாகவோ ஒன்று குறைவாகவோ உள்ளபடி ஒவ்வொரு பகுதியும் அமையும் நேர்முழு எண்களின் கூட்டுத்தொகையாக ஒரு நேர் முழு எண்ணை எழுதும் வகைகளின் எண்ணிக்கையும் சமமாக அமையும். ஜார்ஜ் ஆண்ட்ரூஸ் (George Andrews) என்பவர் சமன்பாடு (19)இல் உள்ளது போன்று எண்ணற்ற கூட்டுத் தொகைகளைக் கண்டறிந்தார். ஆனால் இந்தக் கூட்டுத்தொகைகள் பன்மைக் கூட்டுத்தொகைகள் ஆகும்.

ஜே. கோல்டுமேன், (Jay Goldman), ஜி.சி. ரோட்டா (G.C. Rota) என்பவர்கள் q அதிவடிவச் சார்புகளுக்காகச் சில முற்றொருமைகளைப் பெற q உறுப்புகள் உள்ள புலம் (Field) ஒன்றில் அமையும் n பருமானம் (n-Dimension) உள்ள வெளியில் k பருமான துணை

வெளியை (k-Dimension sub-space) எண்ணுகின்ற போது $\left[(q)_{q,n} \right] / \left[(q)_{q,k} (q)_{q,n-k} \right]$ என்ற கெழுக்கள் உண்டாகும் எனக் கண்டறிந்தனர். இந்த முடிவுகள் அதிவடிவச் சார்புகளைப் புதியமுறையில் பலதுறைகளில் பயன்படுத்த வழி வகுத்தன.

1880இல் இருமாறிகள் அமைந்த நான்கு அதிவடிவச் சார்புகளைப் பால் அப்பெல் (Paul Appel) என்பவர் அறிமுகப்படுத்தினார். வில்லர்டு மில்லர் (Willard Miller) என்பவர் குலக்கோட்பாடு (Group theory) அடிப்படையில் இந்தச் சார்புகள் மிக இயல்பாக உருவாகின்றன எனக்காட்டினார்.

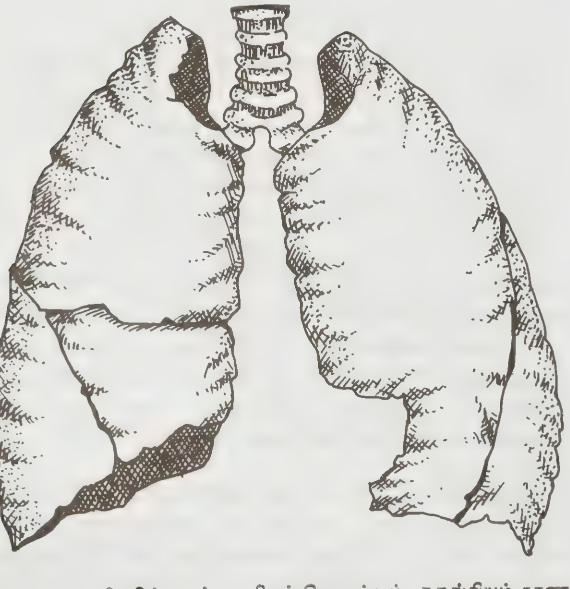
பெ.வ.

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science and Technology*, Vol-6, McGraw-Hill Book Compay, 1977.

அதிவளியோட்டம்

தமனி இரத்தத்தின் ஆக்ஸிஜன், கார்பன்-டை ஆக்சைடு ஆகியவற்றின அழுத்தங்கள், ஒரே சீராகச் சிறந்த கட்டுப்பாட்டு மையங்களால் பேணப்படுகின்றன. கடல் மட்டத்தில் வசிக்கும் சாதாரண ஒருவனின் தமனி ஆக்ஸிஜன் அழுத்தம் சுமார் 95 டார் ஆகவும் (டார் என்பது ஓர் அலகு), தமனி கார்பன்-டை-ஆக்சைடின் அழுத்தம் சுமார் 40 டார் ஆகவும் இருக்கிறது. இவற்றில் ஏதாவது மாற்றம் ஏற்படின் அல்வியோலை எனப்படும் சிற்றறை வளியோட்டத்தில் எதிர் வினைகள் உண்டாகும். இதில் கார்பன் டை-ஆக்சைடின் அழுத்த அளவே ஒரு நல்ல குறியீடாகும். தமனி கார்பன்-டை ஆக்சைடின் அழுத்தம் 36 டாருக்குக் குறைந்தால் மூச்சுச் சிற்றறை அதிவளியோட்டம் (Alveolar hyperventilation) எனவும், 44 டாருக்கு அதிகமானால் குறைவளியோட்டம் எனவும் கொள்ளலாம்.



படம் 1. நுரையீரலின் ஓரப் பகுதிகள் வெளுத்தும் சுருங்கியும் காணப்படுகின்றன

சாதாரணமான நுரையீரல்கள் கொண்ட மக்களுக்கு சிற்றறை அதிவளியோட்டம் ஏற்படலாம். ஆனால் இங்கு, தமனி இரத்தம் ஆக்ஸிஜனால் செறிவடைந்திருக்கும். கார்பன் டை-ஆக்சைடு அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும். நோய்வாய்ப்பட்ட நுரையீரல்களும் அதிவளியோட்டத்திற்கு உட்படலாம். குறிப்பாகப் பரவலான திசு இடை நுரையீரல் நோயிலும் (Intersitial disease) இந்த அறிகுறி தோன்றுகிறது. இங்கு நுரையீரல், நெகிழ்வுத் தன்மையை இழந்து கடினமாக இருக்கும். குறைபாடுள்ள நுரையீரல்களிலிருந்து உருவாகும் அனிச்சைகளால் வளியோட்டம் உந்தப்படும். இந்த நிலையில் தனித்தன்மை வாய்ந்த மூன்று குணங்கள் காணப்படுகின்றன.

1. விரைவான ஆனால் ஆழமில்லாத மூச்சுவிடலால் வெற்றிட வளியோட்டம் (Dead space ventilation) மிகுதியாகிறது.
2. நுரையீரலின் சீரற்ற பணியால் வளியோட்ட சவ்வூடு பரவும் தன்மையும் (Ventilation-perfusion), சவ்வூடு கலத்தலும் (Diffusion) பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் தமனியில் ஆக்ஸிஜன் பற்றாக் குறையும் இரத்தத்தில் கார்பன் டை-ஆக்சைடு குறையும் (Hypocapnia) உண்டாகின்றன.
3. ஓய்வு நேரத்தில் ஒரு நிமிடத்திற்கான வளியோட்டமும், மூச்சுச் சிற்றறை வளியோட்டமும், உயர் மட்டத்தில் இருக்கும். கடும் உடல் உழைப்பின் போது இவை மிகும்.

மூச்சுச் சிற்றறை அதிவளியோட்டத்தின் காரணங்கள் வருமாறு

1. வெளியிலிருந்து மிகையான தூண்டல்.

   உயர்ந்த மலைப்பாங்கான இடங்களில் ஆக்சிஜன் பற்றாக்குறை; பரவலான திசு இடை நுரையீரல் வீக்கம் அல்லது நோய்; நுரையீரல் உறைத்துகள் (Pulmonary emboli) வலி; இரத்த ஓட்டத் தேக்கம் (Circulatory collapse).

2. மத்திய நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து மிகையான தூண்டல்கள்.

   நரம்பு-இரத்த ஓட்டம் சார்ந்த அசதி; காய்ச்சல்; மூளைத்தண்டு நைவுகள் (Brainstem lesions); சலிசிலேட் மருந்துகள்; உட்கபாலக் குருதிப் பெருக்கு.

3. இனந்தெரியாத தூண்டல்கள்.

கல்லீரல் சுருக்க நோய், இரத்தத்தில் மிகையான யூரியா; கருவுற்ற நிலை;

4. செயற்கை முறை சுவாசக் கருவிகள் பயன்படுத்தப் படும் போதும், அதிவளியோட்டம் உண்டாகிறது. மேற்கூறிய காரணங்களில் முதன்மையானது மன உளைச்சலாகும்.

மற்றவை: வலி, காய்ச்சல், நுரையீரல் உறைத் துகள், மிகையான அலகுகளில் கொடுக்கப்பட்ட மருந்துகள்.

மருத்துவ வெளிப்பாடுகள்

உயர்ந்த மலைப்பாங்கான இடங்களில் வசிப்பவர்கள், கல்லீரல் சுருக்க நோயாளிகள், பரவலான திசு இடை நுரையீரல் சுருக்கம் கொண்டவர்கள், கருவுற்றவர்கள் ஆகியோரிடம் சிற்றறை அதிவளியோட்டம் நாட்பட்ட நிலையில் காணப்படுகிறது.

மத்திய நரம்பு மண்டல, புற நரம்பு-தசை நோய் நிலைகளில் மிகையாக மூச்சுவிடல், பல மருத்துவ வெளிப்பாடுகளைத் (பயம், மூச்சடைப்பு, தலைச் சுற்றல், மங்கலான பார்வை, காதுகளில் இரைச்சல், தசை விறைப்பு, முகத்தசைகளின் பலவீனம், கை கால் களின் செயலிழப்பு) தோற்றுவிக்கின்றது. பலவீனமான வர்களுக்கு, அதிவளியோட்டத்தால் காக்காய் (கால், கை) வலிப்பு போன்ற மயக்க நிலை ஏற்படுகிறது. இவற்றிற்குப் பழகிவிட்டால் நோயாளி மேற்கூறிய வெளிப்பாடுகளுடன் கூடச் சாதாரண நிலையில் இருக்கலாம். சிற்றறை அதிவளியோட்டத்தின் அதி தீவிர நிலையில், மத்திய நரம்பு மண்டலப் பாதிப்பின் வெளிப்பாடுகள் தோன்றுகின்றன. ஏனெனில், கார்பன் டை-ஆக்சைடு குறைந்துள்ள நிலையில், பெருமூளைப் புறணியில் இரத்த ஓட்டம் குறைகிறது.

சிகிச்சை

இந்நோயின் சிகிச்சை, நோய் அதி தீவிர வகையா அல்லது நாட்பட்ட வகையா என்பதைப் பொறுத் திருக்கிறது. பொதுவாக, நாட்பட்ட நிலையில் மருத் துவ வெளிப்பாடுகள் இரா. ஆகவே சிகிச்சை தேவை யில்லை. ஆனால் அதி தீவிர வகையில், வெளிப்பாடு கள் இருப்பதால், உடனடி மருத்துவச் சிகிச்சை தேவைப்படுகிறது. முக்கிய சிகிச்சை, அடிப்படைக் காரணிகளைப் பொறுத்திருக்கிறது. நீரிழிவு வியா தியில் தோன்றும் அமில மிகை நிலை, சலிசிலேட்டு களின் நச்சு விளைவு, பெருமூளை இரத்த நாள விபத்து ஆகியவற்றிற்குச் சிகிச்சை அளித்தால், சிற்றறை அதி வளியோட்டம் சீரடையும். மன உளைச்சலால் அவதிப் படுபவர்களுக்குப் போதிய மன ஓய்வும் தைரியமும் கொடுத்தால், அதிவளியோட்டம் சீரடைந்து விடும். மொத்தத்தில் சிற்றறை அதிவளியோட்டத்திற்கான காரணங்களைக் கண்டுபிடித்தால், சிகிச்சை எளி தாகும். அதி தீவிர நிலையின் போது ஒருவர் தான் வெளிவிட்ட காற்றையே, ஒரு காகிதப்பையில் பிடித்து அதையே மீண்டும் உட்சுவாசிக்கச் செய்வது நலமாகும்.

அ. க.

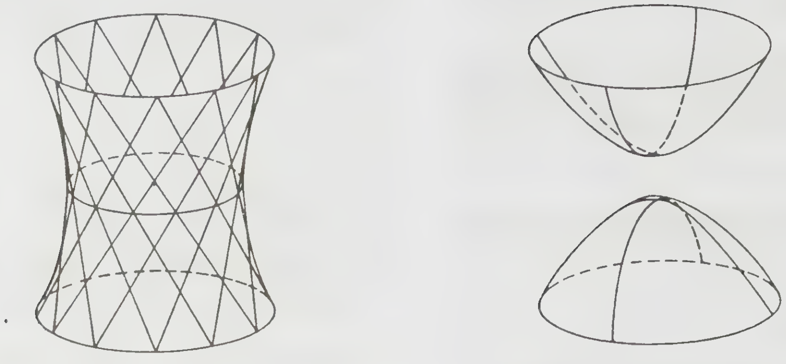
நூலோதி

1. *Medical Clinic of North America.* Vol 51. 1967.
2. *American Review of Respiratory diseases*, Vol. 115. 1977.
3. R. J. Vakil *Text Book of Medicine* — Published by the Association of Physicians of India 1969.
4. Cecil & Loeb *Text Book of Medicine*, Published by W.B. Saunder's Co., 1959.
5. R.A.L. Brewis, *Lecture Noteson Respiratory Diseases*, Published by Blackwell & Co., 1975.
6. D. J. Stone & Others, *Practical points in Pulmonary Diseases*, Published by Toppan Co. Pvt Ltd, Singapore, 1978.

அதிவளையகம்

நீள்வட்ட (elliptic), அதிவளைய (Hyperbolic) தள வெட்டு முகங்களையுடைய ஓர் இருபடி புறப்பரப்பு (Quadric surface) அதிவளையகம் (Hyperboloid) எனப்படும். அதாவது, இந்தப் புறப்பரப்பு மூன்று மாறிகள் (variables) உடைய இருபடிச் சமன்பாடுடைய தாகும். ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக (perpendicular) அமையும் மூன்று தளங்களுக்கு இப்பரப்பு சமச்சீர் (symmetric) கொண்டதாக அமையும். இந்தத் தளங் களில் இரண்டிரண்டு தளங்கள் வெட்டிக்கொள்ளும் கோடுகள் அதிவளையத்தின் அச்சுகள் (Axes) எனப் படும்.

முதன் முதலில் ஆர்க்கிமிடீஸ் எழுதிய கோளங்களும் உருளைகளும் (Spheres and Cylinders) என்ற நூலில் அதிவளையகம் பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார். செயின்ட் பால்ஸ் தேவாலயம் (St. Paul's Cathedral) கட்டிய கட்டட வல்லுநர் கிரிஸ்டோபர் ரென் (Christopher Renn) என்பவர், 1669இல் ஒரு தகடு அதிவளையகத் தினைச் (Hyperboloid of one sheet) சுற்றும்போது நேர்கோடுகள் உண்டாகின்றன எனக் கண்டுபிடித்தார். மேலும், 18ஆம் நூற்றாண்டில் ஆயிலரும் பிற அறிஞர் களும் அதிவளையகத்தைப் பற்றி ஆராய்ந்தனர். பிரெஞ்சுப் புரட்சியின்போது மாங்கே (Monge),



படம் 1. ஒரு தகடு இரு தகடு அதிவளையகங்கள்

ஜெ. என். பி. ஹாச்செட் (J. N. P. Hachette) ஆகிய இருவரும் பாரிஸ் எகோலி தொழில் நுட்பக் கல்லூரியில் பணியாற்றியபோது அதிவளையகத்தைப் பற்றி முறையாக ஆராயத் தொடங்கினர். வெவ்வேறு தளங்களில் அமைந்துள்ள மூன்று நேர்கோடுகளை, எப்போதும் வெட்டுமாறு நகரும் நேர்கோட்டினால் உருவாகும் புறப்பரப்பு ஒரு தகடு அதிவளையகம் என மாங்கே கண்டறிந்தார்.

ஓர் அதிவளைவு (Hyperbola) அதன் மெய்யச்சை மையமாகக் கொண்டு சுழலுவதால் ஏற்படும் புறப்பரப்பு ஒரு தகடு அதிவளையகம் எனவும், கற்பனை அச்சை மையமாகக் கொண்டு சுழலுவதால் ஏற்படும் புறப்பரப்பு இருதகடு அதிவளையகம் (Hyperboloid of two sheets) எனவும் கூறலாம்.

அதிவளையகத்தின் சமச்சீர் அச்சுகளை x, y, z, அச்சுகள் எனக்கொண்டால் ஒரு தகடு அதிவளையத்தின் சமன்பாடு

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

இரு தகடு அதிவளையகத்தின் சமன்பாடு

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = -1$$

ஆகும். இங்கு a, b, c என்பவை அதிவளையகத்தின் அரை அச்சுகள் (Semi axes). இரண்டு புறப்பரப்புகளும் அணுகுகோட்டுக் கூம்புகளை (Asymptotic cones) உடையவை. மேற்கூறிய சமன்பாடுகளில் ஒன்றுக்குப் பதில் பூச்சியம் பிரதியிடுவதால் கிடைக்கும் சமன்பாடுகள் அணுகுகோட்டுக் கூம்புகளின் சமன்பாடுகள் ஆகும்.

இரண்டு தொகுதி நேர்கோடுகளைப் பெற்றிருப்பது ஒரு தகடு அதிவளையகத்தின் முக்கிய பண்பாகும். எந்தத் தொகுதியிலும் உள்ள எந்த இரண்டு நேர் கோடுகளும் ஒரே தளத்தில் அமையா. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் உள்ள ஒவ்வொரு கோடும் மற்ற தொகுதியில் உள்ள ஒவ்வொரு நேர்கோட்டையும் வெட்டும். புறப்பரப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியின் வழியாக ஒவ்வொரு தொகுதியிலிருந்தும் ஒரு கோடு செல்லும். இத்தகைய இருகோடுகளால் ஆன தளம் அந்தப் புள்ளிக்குத் தொடுதளம் (Tangent plane)ஆகும்.

நூலோதி

1. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol-6, 1977, Page 658
2. *Encyclopaedia Americana*, Vol-14, Page 677

அதிவளையச் சார்புகள்

வட்டத்திற்கு முக்கோணச் சார்புகள் இருப்பதுபோல சமபக்க அதிவளைவுக்கு (Equilateral hyperbola) ஆறு அதிவளையச் சார்புகள் (Hyperbolic function) உள்ளன. இதனை 1757 ஆம் ஆண்டு இத்தாலியக் கணித அறிஞர் வின்சென்ஸோ ரிகாட்டி (Vincenzo Riccati) என்பவர் தோற்றுவித்தார். ஜெர்மன் கணித அறிஞர் ஜான் ஹெய்ன்ரிச் லேம்பர்ட் (Johan Heinrich Lambert) என்பவரால் இது விரிவுபடுத்தப்பட்டது. அடுக்குக்குறிச் சார்பு (Exponential function), e^x (e= 2.71828.........) மூலம், இதனைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் வரையறை செய்தனர்.

$$\text{Sinh}x = (e^x - e^{-x})/2$$

$$\text{Cosh}x = (e^x + e^{-x})/2$$

$$\text{Tanh}x = \text{Sinh}x/\text{Cosh}x = (e^x - e^{-x})/(e^x + e^{-x})$$

$$\text{Coth}x = 1/\text{Tanh}x = (e^x + e^{-x})/(e^x - e^{-x})$$

$Sechx = 1/Coshx = 2/(e^{x}+e^{-x})$

$Cosehx = 1/Sinhx = 2/(e^{x}-e^{-x})$

இங்கு sinhz, coshz -இன் காலவட்டம் (Period) $2\pi i$

$D(e^{z}) = \frac{d(e^{z})}{dz} = e^{z}$ என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து

D(Sinhz) = (Coshz), D(Coshz) = Sinhz பெறப்படு கின்றது.

அதிவளையச் சார்புகள், x இன் அடுக்குகளாகப் பின் வருமாறு விரித்தெழுதப்படுகின்றன.

$$Sinhx = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \ldots\ldots \quad (1)$$

$$Coshx = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots\ldots$$

θ என்பது ஆரை அளவில் இருப்பின், Sin θ, Cos θ வின் விரிவு θ வின் அடுக்குகள் மூலம் ஒரு குவியும் சீரான முடிவிலித் தொடர் (Infinity series) ஆகப் பின்வருமாறு எழுதப்படும்.

$$\sin\theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \frac{\theta^7}{7!} + \ldots\ldots$$

$$\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \ldots\ldots$$

இதில் $\theta = ix$ எனப் பிரதியிட sinix = i sinhx, cosix = coshx எனக் கிடைக்கும்.

சமன்பாடு (1) இல் $x = i\theta$ எனப் பதிலிட $\sinh i\theta = i\sin\theta$, $\cosh i\theta = \cos\theta$ எனக்கிடைக்கும்.

n இன் அனைத்து மதிப்புகளும் sinhx, $\sinh(x-2n\pi i)$ ஒரே மதிப்புடையவை. இதுபோல coshx = $\cosh(x-2n\pi i)$ ஆகும். எனவே sinhx, coshx, என்ற இரண்டு அதிவளையச் சார்புகளும் $2\pi i$ மதிப்புடன் காலவட்ட ஒழுங்கு உடையவையாகும். anhx = $\tanh(x-n\pi i)$இல் n இன் எந்தமதிப்புக்கும் $\tanh(x-n\pi i)$ இன் மதிப்பு tanhx இலிருந்து வேறுபடாததால் tanhx என்ற அதிவளையச் சார்பு காலவட்ட ஒழுங்குடையது, ஆனால் இந்தக் காலவட்ட மதிப்பு πi ஆகும்.

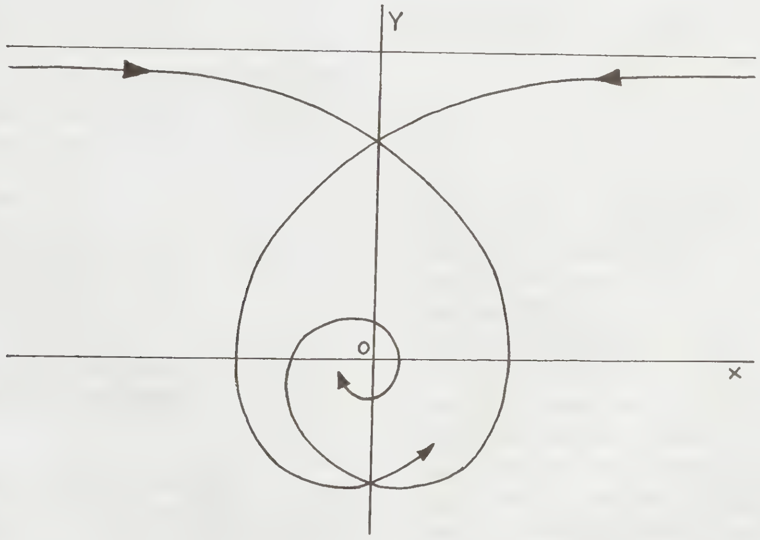
நேர்மாறு அதிவளையச் சார்புகள் (Inverse hyperbolic functions). x என்பது θ-வின் அதிவளைய sin எனில் θ என்பது x இன் நேர்மாறு அதிவளைய sin ஆகும். அதாவது $x = \sinh\theta$ எனில் $\theta = \sinh^{-1}x$ ஆகும். இது போலவே $x = \cosh\theta$ எனில் $\theta = \cosh^{-1}x$ என வரையறுக்கப்படுகிறது. மேலும், இச்சார்புகளை மடக்கைச் சார்புகள் (Logarithmic function) மூலமாகவும் எழுதலாம். எடுத்துக்காட்டாக,

$\theta = \sinh^{-1}x$ எனில் $x = \sinh\theta$ ஆகும்.

$\sinh\theta = \frac{e^{\theta} - e^{-\theta}}{2}$ என்ற மதிப்பிலிருந்து, $e^{\theta} > 0$ ஆக இருக்கும்போது,

$e^{\theta} = x + \sqrt{1+x^2}$ எனக் கணக்கிடப்படும். இதற்கு மடக்கை எடுக்கும்போது

$$\theta = \log\left[x + \sqrt{1+x^2}\right] \text{ ஆகும்.}$$



படம். அதிவளையச் சுருளி

அதாவது $\mathrm{Sinh}^{-1}x = \log\left[x + \sqrt{1+x^2}\right]$ ஆகும்.

இதுபோல, மற்ற சார்புகளுக்கும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

இல. து.

நூலோதி

1. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology*, Vol-6, 1977, Page 656.

2. *Encyclopaedia Britannica, Micropaedia*, Vol-14, 1982, Page 676.

அதிவளையச் சுருளி

அதிவளையச்சுருளி (Hyperbolic spiral), $r^m = a^m\theta$ என்ற சுருளிகளின் குடும்பத்தில் ஒன்றாகும். இதன் சமன்பாடு $m = -1$ எனப் பிரதியிட $r\theta = a$ எனக் கிடைக்கும். இச்சுருளி ஆர்க்கிமிடீஸ் சுருளியின் தலை கீழ்ச் சுருளி (Reciprocal spiral) ஆகும். இதனை பியரி வேரிக்னான் (Pierre Varignon) என்ற அறிஞர் 1704ஆம் ஆண்டு உருவாக்கினார். அதன்பிறகு 1710க்கும் 1713க்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் ஜான் பெர்னோலி (Johann Bernoulli) என்பவரும், 1722ஆம் ஆண்டில் ஆங்கிலக் கணித அறிஞர் ரோஜர் கோட்ஸ் (Roger Cotes) என்பவரும் இதனை விரிவாக ஆராய்ந்தனர். இந்த வளைவு துருவத்தில் இருந்து முடிவிலி (Infinity) தூரத்தில் தொடங்கி, துருவத்தை நோக்கிச் சுழன்று வரும். ஆனால் துருவத்தை அணுகாது. காண்க: படம், பக்கம் 831.

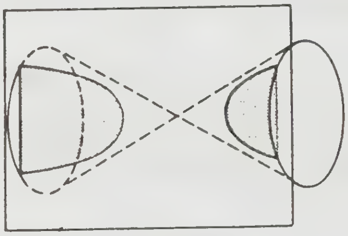
$r = m$ என்பது இந்தச் சுருளிக்கு அணுகுகோடு (Asymptote) ஆகும். காண்க, சுருளி.

அதிவளைவு

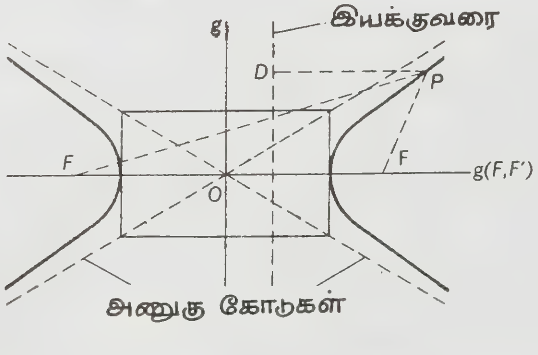
ஒரு வட்ட நேர்கூம்பின் (Right circular cone) வளை பரப்பை இரு பகுதிகளாக, உச்சியை (Apex) நீக்கி ஒரு தளம் (Plane) வெட்டுவதால் ஏற்படும் வளைவு (Curve) அதிவளைவு (Hyperbola) எனப்படும். அப்பலோனியஸ் என்ற அறிஞர் இந்த வளைவுக்கு அதிவளைவு என்ற பெயரினைக் கொடுத்து, அதன் தன்மைகளையும் விளக்கியுள்ளார். அரபு கணித அறிஞர் ஓமர்கயாம் (Omar Khayam) என்பவர் முப்படி (Cubic), நாற்படி (Biquadratic) சமன்பாடுகளுக்கு வடிவியல் தீர்வு காண்பதற்கு அதிவளைவைப் பயன்படுத்தியுள்ளார். 1637 ஆம் ஆண்டு டேகார்டே (Descartes) என்பவர் கூம்பகத்திற்கு (Conics) ஆயங்களைப் (Co-ordinates) பயன்படுத்திய பின்னர், அதிவளைவின் சமன்பாடு கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. சூரிய குடும்பத்திற்குள் வந்துவிட்டுச் சென்றுவிடும் ஒருசில வால்விண்மீன்களின் பாதைகள் அதிவளைவில் அமைந்துள்ளன என்று நியூட்டன் கண்டுபிடித்தார்.

பகுமுறை வடிவகணிதத்தில் (Analytic Geometry), $e>1$ (e-ஒரு மாறிலி) ஆக இருக்கும்போது, $PF = ePD$ என்றவாறு, ஒரு தளத்தில் இயங்கும் புள்ளி P இன் இயக்கப்பாதை (Locus) அதிவளைவு எனப்படும். இங்கு PF, PD என்பன முறையே இயங்குபுள்ளி P இலிருந்து நிலைப்புள்ளி F -க்கும், நிலைக்கோடு ℓ-க்கும் இடையே உள்ள மிகக் குறைந்த தொலைவுகள் ஆகும். மேலும் F, F' என்ற இரண்டு நிலைப்புள்ளிகளுக்கும், புள்ளி P-க்கும் இடையே உள்ள தொலைவுகளின் வேறுபாடு $PF - PF' = 2a$ (மாறிலி) ஆகவும், இத்தொலைவு FF' -க்கிடையே உள்ள தொலைவு 2cஐ விடக் குறைவாக இருக்குமாறும், இயங்கும்புள்ளி P இன் இயக்கப்பாதை அதிவளைவு என்றும் வரையறுக்கப்படுகிறது.

இங்கு F, F' குவியங்கள் (Foci) எனப்படும். இவ்வளைவு, புள்ளிகள் F, F' வழியாகச் செல்லும்கோடு g(F,F') -க்கு சமச்சீராக (Symmetric) அமைந்துள்ளது. மேலும் இது F,F' இன் மையப்புள்ளி 0-வின் வழியாக g(F,F')-க்குச் செங்குத்தாகச் செல்லும் கோடு g-க்கு இரு பக்கங்களிலும் இரு சமபகுதிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.



படம் 1. கூம்பு வெட்டு உருவாக்கும் அதிவளைவு



படம் 2. புள்ளிகளின் இயங்குபாதையாக அமையும் அதிவளைவு

நேர்கோடு g(F, F') உடன் சமகோண அளவுகளைப் பெற்று 0-வின் வழியாகச் செல்லும் இருகோடுகள் வரம்பிலியில் (Infinity) அதிவளைவை நெருங்குகின்றன. இக்கோடுகள் அணுகுகோடுகள் (Asymptotes) எனப்படும். காண்க: அணுகுகோடுகள்.

இவ்வணுகு கோடுகள் ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டிக் கொண்டால் இவற்றிற்கான வளைவு செவ்வக அதிவளைவு (Rectangular hyperbola) எனப் படும். இதனைச் சமபக்க அதிவளைவு (Equilateral hyperbola) என்றும் கூறுவர். ஏனென்றால் இதனுடைய குறுக்கச்சு (Transverse axis) $AA' = 2a$, இணைஅச்சு (Conjugate axis) $BB' = 2b = (c^2 - a^2)^{1/2}$ ஆகிய இரண்டும் சமமாகும். இங்கு g(F,F') இன் மேல் A,A' என்ற புள்ளிகளும் g இன் மேல் B, B' என்ற புள்ளிகளும் முறையே $OA = OA'$, $OB = OB'$ என்றவாறு அமைந்திருக்கும். சமபக்க அதிவளைவின் மையஅகற்சி (Eccentricity) $e = c/a = 2$ ஆகும். 0-வைமையமாசவும், கோடு (F,F')-க்கு இணையாக 2a தொலைவுள்ள கோடுகள் இரண்டு பக்கங்களாகவும், கோடு gக்கு இணையாக 2b தொலைவுள்ள கோடுகள் இரண்டு பக்கங்களாகவும் கொண்ட செவ்வகத்தின் மூலைவிட்டங்கள் அதிவளைவின் அணுகுகோடுகள் எனப்படும். அதிவளைவும், நீள்வட்டமும் பொதுவான குவியங்களைப் பெற்றிருந்தால் பொதுக்குவியமுடையன (Confocal) எனப்படும். தளத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியின் வழியாகவும் பொதுக்குவியமுடைய ஒரு நீள்வட்டமும் (Ellipse) ஓர் அதிவளைவும் (Hypebroal) தான் வரைய முடியும். அவையிரண்டும் 90° இல் நான்கு பொதுப்புள்ளிகளில் வெட்டிக் கொள்ளும். ஓர் அதிவளைவின் அணுகுகோடுகளுடன் அதனுடைய மாறும் தொடுகோடு சேர்ந்து உருவாக்கும் முக்கோணத்தின் பரப்பு ab-க்குச் சமம். மறுதலையாக அதிவளைவின் இணை அச்சுக்கு ஒரே பக்கத்தில் அமைந்துள்ள ஒருகோடு அணுகுகோட்டை வெட்டுவதால் ஏற்படும் முக்கோணத்தின் பரப்பு ab ஆனால் அந்தக்கோடு இவ்வளைவிற்குத் தொடுகோடாகும். கோடுகள் PF, PF' ஏற்படுத்தும் கோணத்தை Pஇன் வழியாகச் செல்லும் தொடுகோடு செங்கோடு (Normal) ஆகியவை இரண்டாகப் பிரிக்கும். காண்க: பகுமுறை வடிவகணிதம், அதிவளையகம், கூம்பு வெட்டுமுகம்.

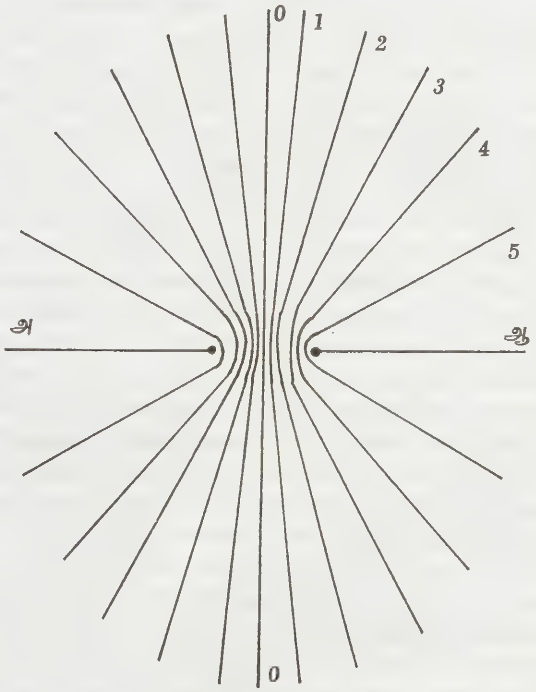
நூலோதி

1. McGraw-Hill *Encyclopaedia of Science & Technology* Vol-6. 1979.
2. *Encyclopaedia Americana*. Vol-14, 1980. Page 676.

அதிவளைவுக் கலம் ஓட்டும் அமைப்பு

காற்று வெளியிலோ, விண்வெளியிலோ, நீரிலோ நிலத்திலோ ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு இயங்கும் ஓர் ஊர்தி (Craft) யினைச் செலுத்தும் முறையே ''கலம் ஓட்டும் அமைப்பு'' (Navigation system) எனப்படும். இந்த கலஞ்செலுத்தமைப்பில் ஊர்தியின் இருப்பு (Position), செலுத்தப்படும் திசை (Direction), தொலைவு (Distance) ஆகியன அடங்கும். ''அதிவளைவுக் கலஞ்செலுத்தமைப்பு'' என்பது இத்தகைய கலம் ஓட்டும் அமைப்புகளில் ஒன்றாகும்.

இவ்வமைப்பில் இரண்டு ''குறிப்பு அலைபரப்பு நிலையங்கள்'' (Signal transmitting stations) கதிர்வீச்சு முறையில் ஒரே நேரத்தில் ஒத்தியக்கப்படும் மின் குறிப்பலைகளை அல்லது சைகைகளைச் (Synchronised radio signal) செலுத்துகின்றன. அந்தக் குறிப்பு அலைகள் குறிப்பிட்ட ஓர் ஊர்தியினை ஒரே நேரத்திலோ, அன்றிச் சற்றுக் கால இடைவெளி விட்டு ஒன்றன்பின் ஒன்றாகவோ வந்தடையலாம். ஒரே நேரத்தில் அல்லது மாறாத நேர வேறுபாட்டில் (Constant time difference) குறிப்புகள் வந்தடையுமாறு ஊர்தி ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையில் செலுத்தப்படுமானால் அதன் வழித்தட இருப்புகள் ஓர் அதிவளைவுக் கோட்டில் (Hyperbolic line of position) அமையும். அலைபரப்பு நிலையங்கள் அந்த அதிவளைவின் குவியங்களாக (Foci) அமையும். அவற்றுள் முதன்மையான நிலையத்தைத் ''தலைமை நிலையம்'' (Master station) என்றும், அதனோடு ஒத்தியங்கும் நிலையத்தைக் ''கட்டுப்படும் நிலையம்'' (Slave station) என்றும் குறிப்பர்.

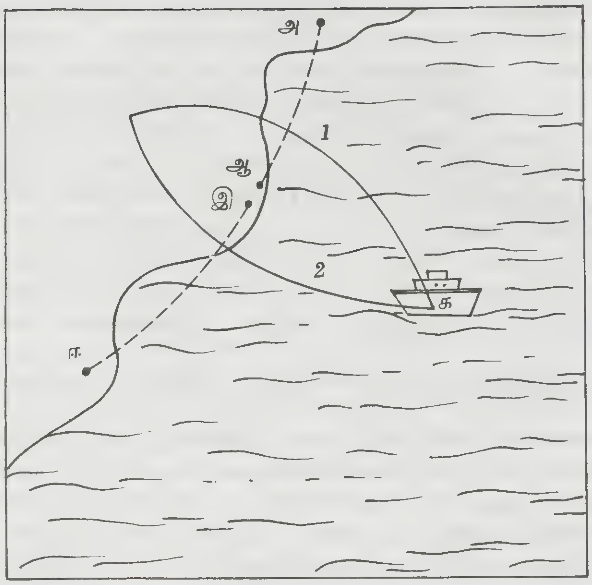


படம் 1. இணைநிலையங்களுக்குரிய அதிவளைவு நிலைக்கோடுகள் (அ) தலைமை நிலையம், (ஆ) கட்டுப்படும் நிலையம் 0-மையக்கோடு, 1,2,3 4,5 முதலியன வெவ்வேறு மாறாத நேர வேறுபாடுகள் (Constant time differences) கொண்ட அதிவளைவு இருப்புக்கோடுகள்.

இந்நிலையங்களைக் குவியங்களாகக் கொண்டு வெவ் வேறு அளவுள்ள மாறாத நேர வேறுபாட்டுடன் அமை யும் பல்வேறு அதிவளைவுக் கோடுகளை வரையலாம் (படம் 1). இந்த வரைபடத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட நேர வேறுபாடு உள்ள குறிப்பலைகளைப் பெறும் ஊர்தி, எந்த அதிவளைவில் அமைந்துள்ளது என அறிய லாம். குவியக்கோட்டின் வழியே செல்லும் ஊர்தி யானது, (அ), (ஆ) என்ற தலைமை நிலையம், கட்டுப் படும் நிலையம் ஆகிய நிலையங்களிலிருந்து பரப்பப் படும் குறிப்புகளை ஒரே நேரத்திலேயே இரண்டினுக்கும் இடையே கால வேறுபாடின்றிப் பெற்றுக் கொள்ளும். மையக்கோட்டிலிருந்து விலகிச்செல்லும் அதிவளைவு இருப்புப் பாதைகளில் காலஇடைவெளி கூடிக்கொண்டி ருக்கும். ஆனாலும் ஒரே கால இடைவெளியுள்ள ஊர்தி யின் இருப்புகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிவளைவில் தான் அமையும்.

இவ்வாறே (இ), (ஈ) என்ற வேறு இரண்டு நிலையங் களை எடுத்துக்கொள்வோம். அவற்றைக் குவியங் களாகக் கொண்டு மற்றோர் அதிவளைவு அமைப் போம். இவ்வளைவு மேலே குறிப்பிட்ட ஏதேனும் ஒரு அதிவளைவினைப் படம் 2 இல் உள்ளபடி வெட்டும் போது ஏற்படும் புள்ளி, குறிப்பிட்ட ஊர்தியின் இருப்பிடத்தைத் (navigation fix or location) துல்லிய மாகக் குறிக்கும். இதனை வரையறுப்பதற்கு, இந்த நான்கு நிலையங்களுக்குரிய அதிவளைவுகளின் அடிப் படையில் ஏற்கெனவே தயாரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையைத் (chart) துல்லியமாகப் பயன்படுத்த லாம். தற்பொழுது ஊர்தி இருப்பிடங்களைக் கண்டறி வதற்காகத் திறன் வாய்ந்த கணிப்பொறிகள் (compu- ters) பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

அதிவளைவு அமைப்பு திறம்படச் செயல்பட வேண்டிய தேவைகள் பின்வருமாறு: இவ்வமைப்பு முறையில், தலைமை கட்டுப்படும் நிலையங்களின் இருப்பிடம் (position), அவை அனுப்பும் குறிப்பலை, ஊர்தியலை ஆகியவற்றின் அலைவெண் (Frequency) போன்ற இயல்புகளைப் பொறுத்தே, ஓர் ஊர்தியின் பயணம் துல்லியமானதாக அமைகிறது. தலைமை கட்டுப்படும் நிலையங்கள் அமைந்துள்ள அடிக்கோட் டின் (Base line) நீளம் மிக மிக, அது பயணத்துல்லி யத்தைக் கூட்டும். இந்நீளம் அலைபரப்பியின் திறனைச் (Transmitter power) சார்ந்ததாக இருப்பதால், இவ் விரு நிலையங்களும் மிகத்துல்லியமாக, ஒத்த குறிப் பலைகளைப் பரப்புவதற்கு, இந்நிலையங்களின் குறிப் பலைகள் போதிய வல்லமை உடையனவாக இருக்க வேண்டும். மேலும் ஊர்தியின் இருப்பிடத்தை மிகத் துல்லியமாகக் கணிக்க மேற்குறித்த இரண்டு வகை அதி வளைவுகளும் ஒன்றையொன்று செங்குத்தாக வெட்டிக் கொள்ள வேண்டும். அப்படியின்றிக் குறுங்கோணத்தில் வெட்டிக்கொண்டால் ஊர்தியின் இருப்பிடம் பற்றிய நமது கணிப்பு மிகக்குறைந்த துல்லியத்தையே அளிக் கும்.



படம் 2. இருவேறு அதிவளைவுகள் வெட்டிக்கொள்வதால் ஊர்தியின் பயணநிலை குறிக்கப்படுதல்
(அ) தலைமை நிலையம், (ஆ) கட்டுப்படும் நிலையம், (இ) மற்றொரு தலைமை நிலையம், (ஈ) அதற்குரிய கட்டுப்படும் நிலையம், கோடு (1) அ, ஆ என்ற இணை நிலையங்களுக்குரிய ஒரே நேர வேறுபாடு கொண்ட அதி வளைவுப் பாதை, கோடு (2) இ, ஈ என்ற மற்றோர் இணை நிலையங்களுக்குரிய ஒரே நேர வேறுபாடு கொண்ட அதி வளைவுப் பாதை, (க) ஊர்தியின் இருப்பிடம்.

அதிவளைவுக் கலஞ்செலுத்தும் அமைப்புகள்:

லோரான் (Loran). இந்த அமைப்பில் தலைமை- கட்டுப்படும் நிலையங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு மிக நீண்டதாக இருக்கும். அதனாலேயே, இத்தகைய பயண அமைப்பினை லோரான் அல்லது நீளிடைவெளிக் கலஞ்செலுத்தமைப்பு (Long range navigation system) எனக்குறிப்பிடுகின்றனர். வணிக, போர்க்கப்பல்கள், விமானங்கள் ஆகியவற்றைச் செலுத்த உதவும் இந்த அமைப்பு இரண்டாவது உலகப்பெரும்போரின் போது தான் நடைமுறைக்கு வந்தது. இவ்வமைப்பினுள்ளும் லோரான்-ஏ, லோரான்-பி, லோரான்-சி, லோரான் -டி, என்ற உட்பிரிவுகளுண்டு.

டெக்கா. இந்தக் கலஞ்செலுத்தல் அமைப்பு தலைமை-கட்டுப்படும் நிலையங்கள் அனுப்பும் தொடர்ச்சியான கதிர்வீச்சு அலைக்குறிப்புகளின் (Con- tinuous radio wave signals) தறுவாய்க் கோணங் களுக்கு (Phase angles) இடையேயுள்ள வேறு பாட்டினை அளந்து, மாறாத தறுவாய் வேறுபாடு (Constant phase difference) கொண்ட ஊர்தியின் பயண இருப்புகளை இணைக்கும் அதிவளைவுகளின் அடிப்படையில் எழுந்ததாகும். இதில், ஒரு முக் கோணத்தின் மூன்று மூலைகளில் கட்டுப்படும் நிலை யங்களும், முக்கோண மையத்தில் ஒரு தலைமை நிலை யமும் அமைந்திருக்கும்.

ஒமேகா. இதுவும் டெக்கா அமைப்பைப்போல், கதிர் வீச்சு அலைகளின் தறுவாய் வேறுபாட்டின் அடிப்படையில் அமைந்ததுதான். ஆனால் இது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இணை நிலையங்களைக் கொண்டிருக்கும். இம்முறை 1966 ஆம் ஆண்டில்தான் முதன் முறையாக அமெரிக்காவில் நடைமுறைக்கு வந்தது. இக்கலஞ்செலுத்தல் அமைப்பு விமானம், கப்பல், தானியங்கி, தொடர்வண்டி, நீர்மூழ்கி போன்றவற்றைச் செலுத்தவும் உதவுகின்றது.

சு. மு.

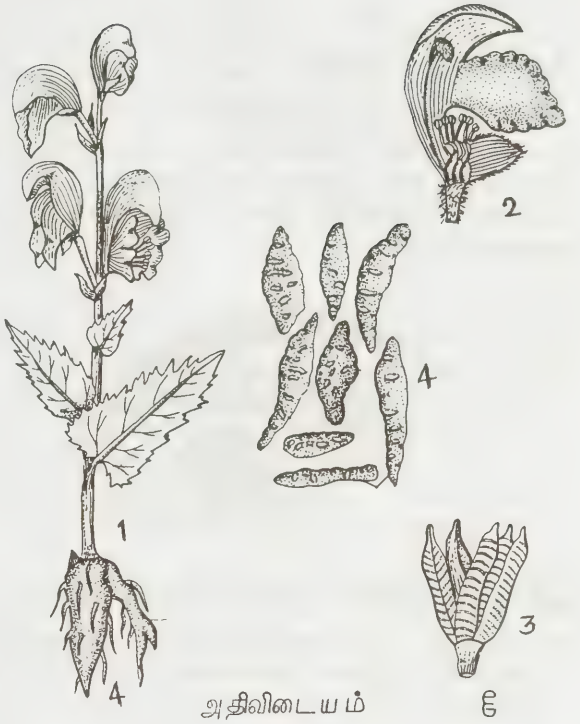
நூலோதி

1. **Kermode, A.C.**, *Mechanics of Flight*, Himalayan Books, New Delhi, 1982.
2. **Anderson, Jr., J.D.**, *Introduction to Flight*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1978.
3. **McGraw-Hill** *Encyclodaedia of Science & Technology*, Vols. 4, 6. 7 & 9, 5th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1982.

அதிவிடையம்

இதற்குத் தாவரவியலில் **அக்கோனிட்டம் ஹீட்ரோஃபில்லம்** (Aconitum heterophyllum Wall). என்று பெயர். இது அல்லி இணையா (Polypetalae) இருவிதையிலைக் குடும்பமாகிய ராணன்குலேசியைச் (Ranunculaceae), சார்ந்தது. இது இமாலாயாவின் ஆல்பைன் மண்டலங்களில் (Alpine zones) 2000-5000 மீ. உயரம் வரை சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள்: இது 30-90 செ.மீ. உயரம் வரை நிமிர்ந்து வளரக்கூடிய செடியாகும். தண்டு தனித்தோ, தரைமட்டத்திலிருந்து கிளைத்தோ காணப்படும். இதன் இளம் பாகங்களில் கேசங்களிருக்கும். இலைகள் அகலமானவை; முட்டை (Ovae) அல்லது வட்டவடிவ-இதய வடிவமானவை (Orbicular-Cordate); ஏறக்குறைய 5 பிளவுகளையும் (Lobed) பல்போன்ற விளிம்பினையும் பெற்றிருக்கும். இலைகள் காம்புகளற்றுக் கணுக்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் (Amplexicaul). பல மலர்கள் ரெசிம் (Raceme) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும்; ரெசிம்கள் ஒன்று சேர்ந்து பேனிக்கிள் (Panicle) மஞ்சரி போன்று காணப்படும். மலர்கள் எடுப்பான நீலம் அல்லது பசுமை கலந்த நீலநிறத்துடனும், 2.5 செ.மீ. நீளத்திற்கு மேலாகவும், நீலம் கலந்த சிவப்பு நிற நரம்புகளுடனும் இருக்கும். அவை இருபாலானவை (Bisexual), ஒழுங்கற்றவை (Irregular). புல்லி இதழ்கள் 5 உள்ளன. அவை அல்லி இதழ்கள் போன்று பசுமை அல்லது பசுமை கலந்த நீல நிறமுடையவை. இவற்றில் தண்டிற்கு அருகிலுள்ள ஒரு புல்லி இதழ் மட்டும் தலைக்கவசம் போன்று (Helmet shaped) மாறுபட்ட வடிவத்தில் நிமிர்ந்தும், சிறிது உயர்ந்தும் காணப்படும். மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்றவை. சூற்பைகள் 3-5 உள்ளன. அவை மேல்மட்டத்திலிருக்கும் (Superior). அவை இணையாதவை; ஒவ்வொன்றிலும் பல சூல்களிருக்கும். கனி ஒரு பக்க வெடிக்கின்ற திரள் கனியாகும் (Aggregate of follicle).



அதிவிடையம் 6
1. முழுச்செடி 2. பூவின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 3. கனி 4. வேர்க்கிழங்குகள்

பொருளாதாரச் சிறப்பு: இதன் முழு வளர்ச்சியடைந்த வேர் சாம்பல் நிறத்துடன் 2.5-4.0 செ.மீ. நீளத்தையும், ஏறக்குறைய 1.2 செ.மீ. அகலத்தையும் பெற்றிருக்கும். இது கசப்புத் தன்மையுடையது. இதில் நச்சுத் தன்மையுடைய அடிசின் (Atisine) என்ற ஆல்கலாய்டும், ஹெடிசின் (Hetisin), ஹெட்டிராடிசின் (Heteratisin) என்ற படிகத் தன்மையுள்ள இரு ஆல்கலாய்டுகளும் இருக்கின்றன. இதன் வேர் காய்ச்சலுக்கு மருந்தாகும். மலேரியாவினாலும் வேறு வகையான காய்ச்சலினாலும் ஏற்படுகின்ற தளர்ச்சியைப் போக்குவதற்கு இதன் வேரிலிருந்து கிடைக்கின்ற ஒரு கசப்பான ஊட்ட நீர்மம் மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. இது பேதி (Diarrhoea), சீதபேதி (Dysentery) ஆகியவற்றிற்கும் சிறந்த மருந்தாகும்.

எ. கோ.

நூலோதி

1. **Hooker, J. D. & Thomson in Hook. f.** *Fl. Br. Ind.* Vol. I, 29, 1872.

2. *The Wealth of India* Vol. I, pp. 253, CSIR, Publ., New Delhi, 1948.

அதிவிலகு புருவம்

ஒரு கண்ணின் இமைகளின் உள் சந்திப்புக்கும் மறு கண்ணின் இமைகளின் உள் சந்திப்புக்கும் இடையே உள்ள தூரம் அதிகரித்திருந்தால் அந்த நிலையை அதிவிலகு புருவம் (Hypertelorism) என அழைக்கப்படும்.

அதிவிலகு புருவத்தின் முக்கிய அறிகுறிகளாவன :

அ. இரண்டு பாவைகளுக்கு இடையேயான தூரம் அதிகமாயிருத்தல் (Increased inter pupillary distance).

ஆ. கண்ணின் இமைகள் உட்பக்கம் அதிகமாக ஒட்டியிருத்தல்.

இ. புருவங்கள் அகன்று சீர் இழந்திருத்தல்.

ஈ. கண் கோளங்கள் இயல்பற்றிருத்தல்.

உ. புற மூக்கு தட்டையாகவோ, அகலமாகவோ, பாலம் போலப் பள்ளம் பதிந்தோ அமைந்திருத்தல்.

வகைகள் : அ. இயற்கையான அதிவிலகு புருவம்.
ஆ. செயற்கையான அதிவிலகு புருவம்.

இயற்கையான அதிவிலகு புருவம் : இவ்வகை அதிவிலகு புருவம் 1924 இல் கிரிக் என்ற மருத்துவ அறிஞரால் முதன் முறையாக விளக்கப்பட்டது. புருவங்கள் சற்று இயல்புக்கு மாறாக விலகி இருப்பது சாதாரணமானதுதான். ஆனால் மிகவும் வேறுபட்ட நிலை ஓர் அரிய பிறவிக் குறையாகும். இது ஆயிரத்தில் ஒருவருக்கு இருக்கலாம்.

காரணங்கள் : அ. கண் கோளங்கள் உள்ள கண் குழி பல எலும்புகளின் சேர்க்கையினால் ஆனது. இவற்றில் முக்கியமானவை ஆப்பு எலும்பு (Sphenoid), நெற்றி எலும்பு (Frontal), மேல்தாடை எலும்பு (Maxilla), மூக்கு எலும்பு (Nasal) ஆகும். இந்த எலும்புகளின் ஆக்கக் குறைவினால் உண்டாகி விடுவாதாலோ, உட்பகுதி அதிகமாகவும் வெளிப்பகுதி குறைவாகவும் உண்டாகிவிடுவதாலோ இந்த நிலை ஏற்படுகிறது.

ஆ. எனவே இது தசைப் பகுதிக் குறையினால் ஏற்படும் நிலை அன்று.

இ. இது ஒரே குடும்பத்தில் பலருக்கு இருக்கலாம்.

ஈ. இது மரபுவழி அணுக்களால் நிச்சயிக்கப்படும் நிலை ஆகும்.

இந்நிலையுடன் அமைந்த மற்ற குறைகள்: குழந்தை பிறந்தவுடன் அதிவிலகு புருவம் உளதா எனக் கண்டறியலாம். இந்நிலை கீழ்க்கண்ட பிற குறைகளுடனும் இருக்கலாம்:

அ) முதுகெலும்பில் பிளவு அல்லது பிறகுறை

ஆ) பிளந்த உதடு, பிளந்த தாடை, மூக்குக்கும் கண்ணுக்கும் இடையே பிளந்த நிலை

இ) அடிமூளை நீர்க்கட்டிகள்

ஈ) இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் குறை

உ) குறைந்த மனவளர்ச்சி

ஊ) விரல்களின் எண்ணிக்கை, கையிலோ காலிலோ அதிகமாக இருத்தல்

எ) கண் கோளங்கள் சிறிதாக இருத்தல் அல்லது முன்னே துருத்திக்கொண்டிருத்தல்

ஏ) மாறுகண், புரை விழுந்த நிலை, கண் பார்வைக் குறைகள்

ஐ) கண்ணின் மேல் இமை விழுதல், இரு இமைகட்கும் இடையே உள்ள தூரம் மிகக் குறைவாக இருத்தல் முதலியனவாம்.

உறுதிப்படுத்துதலும் சிகிச்சையும்: இயற்கையான அதிவிலகு புருவ நிலையை, பேசல் டோமோகிராம் (Basal tomogram) என்ற ஒரு தனிப்பட்ட எக்ஸ்கதிர்ச் சோதனை முறையினால் உறுதிப்படுத்தலாம். இந்தப் பிறவிக்குறை வேறு எந்தவிதமான குறைகளுடனோ அல்லது நோய்களுடனோ தொடர்பற்றது என்பதைப் பல சோதனைகளினால் உறுதிசெய்த பின் அழகூட்டும் அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் நலப்படுத்த முடியும்.

செயற்கையான அதிவிலகு புருவம்: அ. இது பிறவிக் குறை அன்று.

ஆ. மூக்கு, கண், நெற்றிப் பகுதிகளில் காயம் ஏற்பட்டு இப்பகுதிகளில் உள்ள எலும்புகள் முறிந்து நிலை பெயர்ந்து விடுவதால் உண்டாவது.

இ. மூளைக்கட்டிகளால் உண்டாவது.

சிகிச்சை: தேவையான அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் செப்பனிடலாம்.

அதிவிலகு புருவம் என்பதை ஓர் அறிகுறியாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். கண்நோய்இயல் மருத்துவரையோ, காது மூக்கு தொண்டை நோய்

இயல் மருத்துவரையோ நாடி, வேண்டிய சோதனை களின் வாயிலாகக் காரணம் கண்டு சிகிச்சை பெறல் நலம்.

எஸ். இல.

நூலோதி

1. **Duke Elder's** *"System of Opthalmology"*, Henry Kimpton, London. I Edition, 1946.

2. **Robinson, D., Harely.,** *"Paediatric Opthalmology"*, W.B. Saunders Co., London, I Edition, 1965.

3. **Troutman, Converse & Smith,** *Plastic & Reconstructive Surgery of the Eye & Adnexa,* Saunders Co., London, I Edition, 1964.

அந்தமான் கடல்

இந்தியப்பெருங்கடலின் வடகிழக்கே சுமார் 7,98,000 சதுர கி.மீ. பரப்புடைய பகுதி அந்தமான் கடல் (Andaman sea) எனப்படும். அந்தமான் தீவுகள் இப் பகுதியில் உள்ளதால் இக்கடல் இப்பெயரைப் பெற்றது. இது வடக்கில் பர்மாவிலுள்ள ஐராவதி கழிமுகத் தாலும், (Irrawady delta) கிழக்கில் பர்மா தீபகற்பம், தாய்லாந்து, மலேசியா ஆகியவற்றாலும், மேற்கில் அந்தமான் தீவுகளாலும், தெற்கில் சுமத்ரா தீவாலும் சூழப்பட்டுள்ளது. இக்கடல் பரப்பில் சுமார் 5 விழுக் காடே 3300 கி.மீ.க்கும் அதிகமான ஆழமுடையது. இக்கடலின் பெரும ஆழம் 4,830 மீ. அந்தமான்-நிக்கோபார் ஆழ்கடல் மலைமுகட்டிற்குக் கிழக்கேயுள்ள பள்ளத்தாக்குப் பகுதியில் காணப்படுகிறது. அந்த மான் தீவுகளுக்கும் நிக்கோபார் தீவுகளுக்குமிடை யிலுள்ள10°அகலாங்கு அகலமுள்ள கால்வாய்அந்தமான் கடலை வங்காள விரிகுடாவுடன் இணைக்கிறது. பர்மாவிற்கும் மற்றைய நாடுகளுக்குமிடையே உள்ள கடல் தொடர்புக்கு இக்கடல் மிக முக்கியமானது. இந்தியாவுக்கும், சீனாவிற்கும் இடையே 8ஆம் நூற் றாண்டு முதல் வணிகக் கப்பல்களின் போக்குவரத்து இக்கடல் வழியாக நடைபெற்றது.

அந்தமான் கடல் நீர் மூன்று பகுதிகளைக் கொண்ட வெப்பச் சரிவு மண்டலத்தைப் பெற்றுள்ளது. இதன் 70-100 மீ. ஆழம் வரையுள்ள மேற்பரப்பு நீரின் வெப்பம் 24°—29° செலிசியஸ். இங்கு பருவத்திகேற்ப உப்புத்தன்மை மாறுபடுகிறது. நடுப்பரப்புநீர் சுமார் 500 மீ. ஆழமுடையதாகவும், 35‰ உப்புத்தன்மை யுடையதாகவும், மீட்டர் ஒன்றுக்கு ஒரு செலிசியஸ் வெப்பம் குறைவுள்ளதாகவும் காணப்படுகின்றது. இதற்குக் கீழுள்ள நீர் 4.7° செலிசியஸ் வெப்பமும், 34.86‰ உப்புத் தன்மையும் கொண்டுள்ளது.

அந்தமான்-நிக்கோபார் தீவுகளுக்கருகில் முருகைப் பாறைகளும், திட்டுப் பகுதிகளில் மெல்லுடலிகளும் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இக்கடற் படுகையில் கனிவளம் குறைவாகவே உள்ளது. பர்மிய கடற்பகுதி யில் எண்ணெயும், மலேய கடற்பகுதியில் வெள்ளீய மும், இல்மனைட்டும் கிடைக்கின்றன.

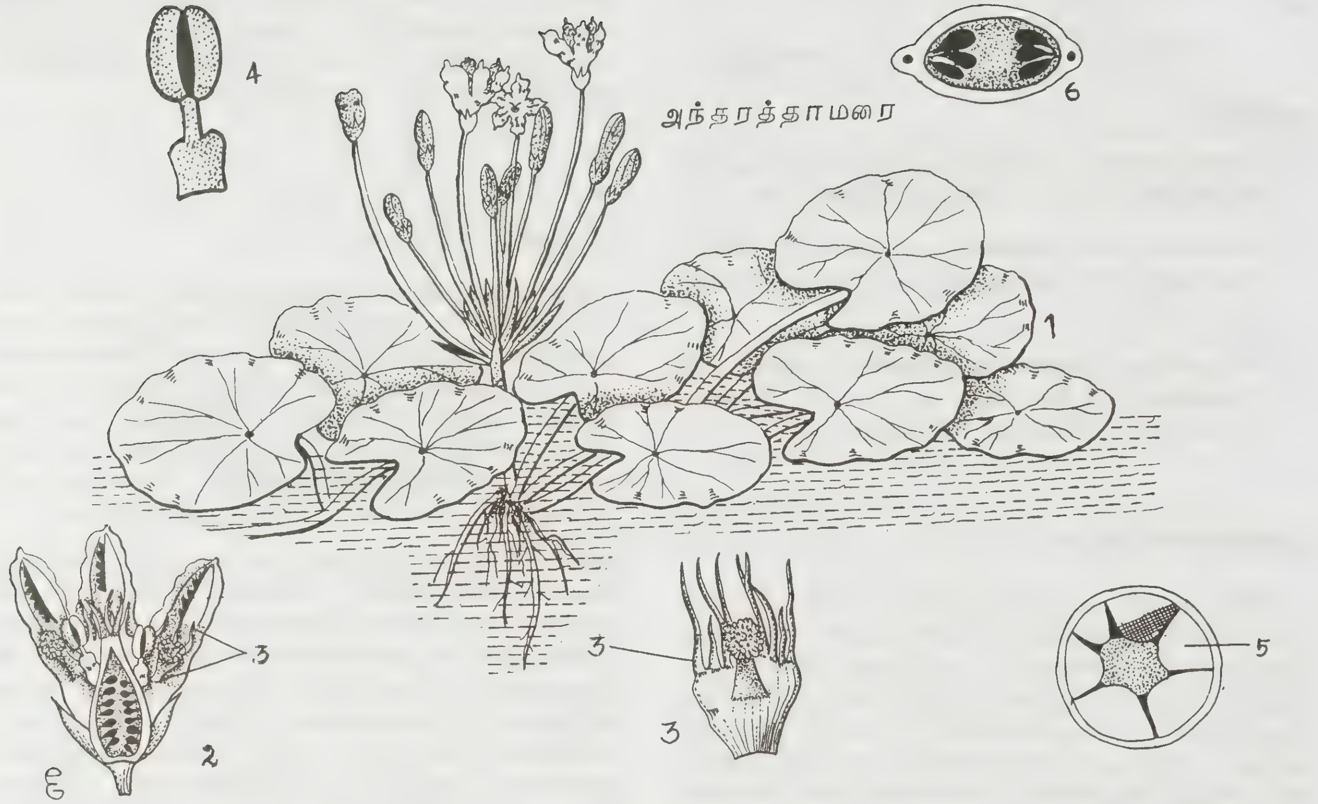
அந்தரத் தாமரை

இது **நிம்ஃபாய்டிஸ் ஹைட்ரோஃபில்லா** (Nymphoides hydrophylla (Lour.) Kuntze = (Limmanthemum cristatum) (Roxb.) Griseb.) என்று தாவரவியலில் அழைக்கப்படுகின்றது. இது அல்லி இணைந்த (Gamopetalae) இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான மெனியாந்தேசியைச் (Menyanthaceae) சார்ந்தது. இது எல்லாச் சமவெளிப்பகுதியிலுள்ள நன்னீர்க்குளம். குட்டைகளில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள்: இதன் தண்டின் கணுக்களிலிருந்து வேர்கள் வளர்கின்றன. இலைகள் மிதந்து கொண்டி ருக்கும்; இவை அடுத்தடுத்து நெருக்கமாக அமைந்திருப் பதால், தண்டுப்பகுதி வெளிப்படையாகத் தெரியாமல் இலைக்காம்பு (Petiole) போல் தோற்றமளிக்கும்; இலை கள் வட்ட (Rotund) அல்லது இருதய (Cordate) வடிவ மானவை; கீழ்ப்பரப்பு ஊதா நிறத்துடனிருக்கும்; இலைகள் 5—10 செ.மீ. விட்டமுள்ளவை. மலர்கள் வெண்ணிறமானவை. சூலகமேல் மட்டம் (Hypogynous) உடையவை. ஆரச்சமச்சீரானவை (Actinomorphic). இவற்றின் உட்புறம் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். இவை கொத்தாகக் காணப்படும். ஒவ்வோர் அல்லி இதழும் ஏறக்குறைய 2 செ.மீ. அகலத்துடன், நடுவில் நீளப்போக்கில் மடிப்பைப் (Fold) பெற்றிருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் 5 உள்ளன. இவற்றின் அடியில் சுரப் பிகள் உண்டு. சூற்பை ஓர் அறை கொண்டது. சூல்கள் சுவரொட்டிய சூலமைவுடனிருக்கும் (Parietal placentation). கனிகள் காப்சூல் (Capsule) வகையைச் சார்ந் தவை, முட்டை வடிவுடனோ ஏறக்குறைய உருண்டை யாகவோ இருக்கும். விதைகள் 7—10 இருக்கும்; இவை சற்றுப் பெரியனவயாய் இருக்கும். விதை உறை சிறு முடிச்சுகளைப் பெற்றிருக்கும். இது விதைகள் மூலமும், செடி துண்டு படுதல் மூலமும் பரவுகின்றது. கோடை காலங்களில் மலரக்கூடியது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு : இது காய்ச்சலுக்கும், மஞ்சள் காமாலைக்கும் (Jaundice) மருந்தாகப் பயன்படு கின்றது. இலைகளை எண்ணெயில் அரைத்து வயிற்றுப் புண்ணுக்கும், பூச்சி கடிக்கும் மருந்தாகக் கொடுப்பார் கள். விதைகள் குடற்புழுக் கொல்லியாகப் (Antihelminthic) பயன்படுகின்றன. இச்செடியின் இலைகளைச் சமைத்துச் சாப்பிடலாம்.

இரா.அ.



1. முழுச்செடி 2. பூவின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 3. அல்லி இதழ் வளரிகள் 4. மகரந் தத்தாள் 5. தண்டின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 6. சூற்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

நூலோதி

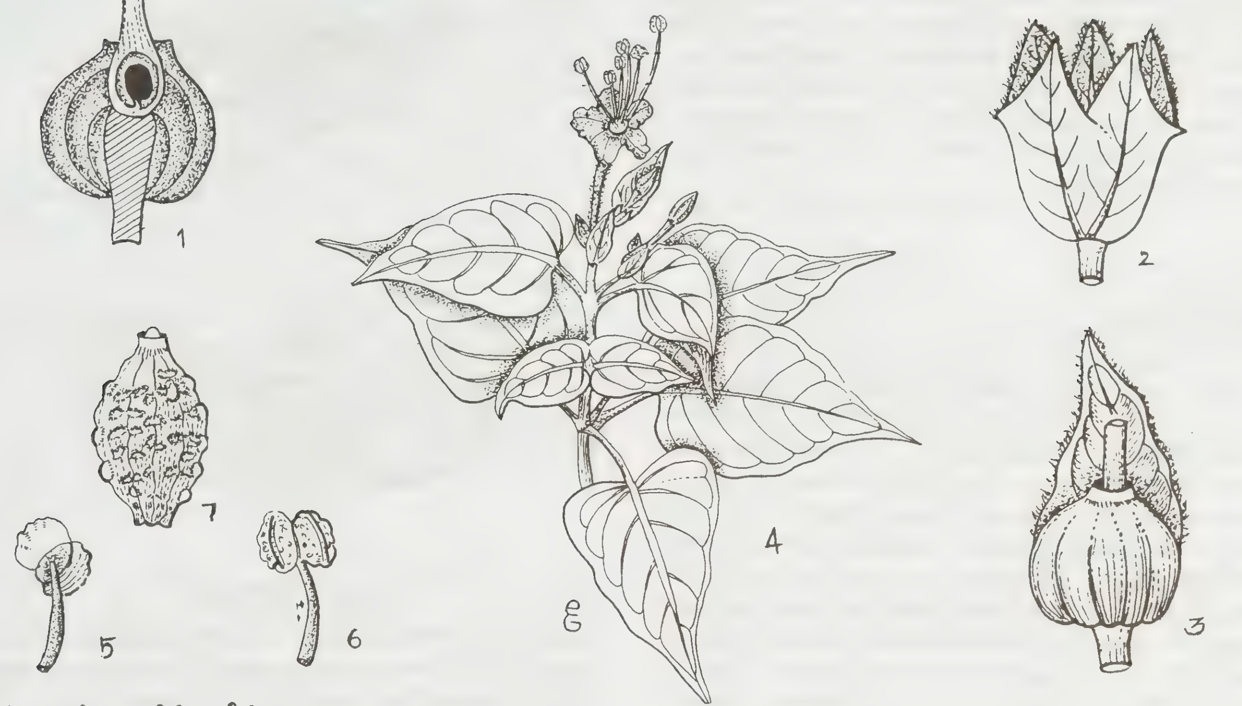
1. **Gamble, J.S.** *Fl. Pres. Madras.* Vol. II, 882, Adlard & Son Ltd., London.
2. *The Wealth of India.* Vol. VI. pp. 483, CSIR Publ., New Delhi, 1962.

அந்தி மந்தாரை

அந்தியில் மலர்வதால் இது அந்தி மந்தாரை அல்லது அந்திமல்லி, பெருவின் அதிசயம் (Marvel of Peru), நான்கு மணித் தாவரம் (Four O' Clock Plant) என்ற பெயர்களால் அழைக்கப்படுகின்றது. இதற்குத் தாவர வியலில் **மிராபிலிஸ் ஜலாபா** (Mirabilis jalapa Linn), என்று பெயர். 'மிராபிலிஸ்' என்ற இலத்தீன் சொல்லுக்கு 'அற்புதமான' என்று பொருள். 'ஜலாபா' என்ற சிற்றின அடைமொழி (Specific epithet) இதன் வேர்க்கிழங்கிலிருந்து கிடைக்கும் பேதி மருந்தைக் குறிப் பதாகும். இது ஒரு பூவிதழ் வட்டமுடைய (Monochlamydeae) இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான நிக்டாஜினேசியைச் (Nyctaginaceae) சார்ந்தது, இதன் தாயகம் தென் அமெரிக்கா என்று கூறப்படுகின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள்: இது நிமிர்ந்து வளரும் பலபருவக் குறுஞ்செடி அல்லது சிறு புதர்ச்செடியாகும். இது 60-90 செ.மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடியது; விரைவில் வளரும் தன்மை உடையது. இதற்கு நில அடிக்கிழங்கு (Tuber) உண்டு. கிழங்கு ஏறக்குறைய 10 செ.மீ. விட்டத்தையடையும். இதிலிருந்து புதுச்செடிகள் தோன்றும். இதன் கணுக்கள் (Nodes) பருத்திருக்கும். இலைகள் முட்டை (Ovate) அல்லது ஈட்டிவடிவிலும் (Lanceolate), கூரிய நுனி அல்லது நீள் கூரிய நுனி யோடும் (Acute or Acuminate) இருக்கும்; ஏறக்குறைய 12 செ.மீ. நீளமுடையவை. பூக்கள் கொத்துக்களாக, வெள்ளை, சிவப்பு, மஞ்சள் வண்ணங்களிலும், வரிகளு டனும், புள்ளிகளுடனும் அல்லது இவை இல்லாமலும் காணப்படும். இவை மாலையில் மலர்ந்து காலையில் மூடிக்கொள்ளும். அல்லி இதழ்கள் கிடையா. இவற்றின் வண்ணமிகு அழகிய பகுதி புல்லி வட்டமாகும். அதுவே குழல்போல நீண்டு அல்லி வட்டம் போன்று காணப்படு கின்றது. ஒவ்வொரு மலரின் அடியில் சிதல்கள் (Bracts) இணைந்து, கிண்ண வடிவத்தில் பார்ப்பதற்குப் புல்லி வட்டம் போலத் தோன்றும். மகரந்தத் தாள்கள் ஐந்து அல்லது ஆறு உள்ளன. சூலகத்தண்டு (Style) பருத்த சூலக முடியைக் (Stigma) கொண்டிருக்கும். கனி புல்லி

அந்திமந்தாரை



1. சூற்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 2. சிதல்கள் வட்டம் 3. முதிர்ச்சியடையாத ஆந்தோகார்ப் 4. மிலார் 5. மகரந்தத்தாளின் வெளிப்புறத் தோற்றம் 6. மகரந்தத்தாளின் உட்புறத்தோற்றம் 7. முதிர்ச்சியடைந்த ஆந்தோகார்ப் (கனி)

வட்டத்தினால் சூழ்ந்திருப்பதனால் ஆந்தோகார்ப் (Anthocarp) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இது நீள் உருண்டை (Ellipsoid) வடிவத்தையும், மிளகு போன்ற கருமை நிறத்தையும், சமமற்ற மேற்பரப்பையும் பெற்றிருக்கும். இது கனிகள் மூலமும், கிழங்குகளின் மூலமும் பரவுகின்றது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: இதன் வேர்க்கிழங்குகளுக்குப் பேதி உண்டாக்கும் தன்மை சிறிதளவு உண்டு. வேர்த் தூளுக்கு (Powder) குறிப்பிட்ட மணமும், உவர்ப்பு அல்லது கசப்புத் தன்மையும் உண்டு. இது உணர்ச்சியைக் குறைக்கக்கூடியது; உமிழ்நீரைச் சுரக்கச் செய்யும். இதன் ஈரமான தூள் தோலையும், மூக்கஸ் சவ்வையும் (Mucous membrane) பாதிக்கும். சீனா நாட்டில் இதன் இலை, தண்டுகளைப் பன்றிக் கறியுடன் சேர்த்துச் சமைத்துச் சாப்பிடுவார்கள். விதைகள் என்று கூறப்படுகின்ற கனிகள் மிளகுடன் கலப்படம் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கட்டிகளுக்கும் கொப்புளங்களுக்கும் இதன் இலைகள் பற்றாகப் (Poultice) பயன்படுகின்றன. இதன் இலைச்சாறு காயம், புண், நமைச்சல் ஆகியவற்றைப் போக்குவதற்கு மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது. இது அழகு தரும் செடியாகவும் வளர்க்கப்படுகின்றது; மரபியல் ஆராய்ச்சிகளில் பயன்படுகின்றது.

இரா. அ.

நூலோதி

1. **Lawrence, G. H. M.** *The Taxonomy of Vascular Plants.* pp. 823, The Macmillan Co., New York, 1951.
2. **Rendle, A. B.** *The Classification of Flowering Plants.* Vol. II. pp. 640, (Repr.) Cambridge Univ. Press, London, 1975.
3. *The Wealth of India.* Vol. VI. pp. 483, CSIR Publ., New Delhi, 1962.
4. **Willis, J. C.** *A Dictionary of Flowering Plants & Ferns.* (7th ed. Airy Shaw H. K.) pp. 1214, Cambridge Univ. Press, London, 1966.

அந்தி மெல்லொளி

நாள்தோறும் சூரியன் மறைந்த பின்னும், தோன்றும் முன்னும், சிறிது நேரம், தொடுவானில் (Horizon)

மங்கலான ஒளி தெரியும். சூரியன் மறைந்த பின் தெரியும் ஒளி அந்திமெல்லொளி (Evening Twilight) எனப்படும். சூரியன் தொடுவானத்திற்குச் சற்றுக் கீழே இருக்கும்போது அதன் ஒளிக்கதிர்கள் (Light rays) நமக்கு நேரே வந்தடையா. அவை வளிமண்டலத்தில் (Atmosphere) உள்ள நுண்தூசுகள், நீர்த்திவலைகள் ஆகியவற்றில் பட்டு எதிர்பலித்து (Reflection) விலகலடைந்து (Refraction) நம்மை வந்தடைகின்றன. இதனால் தொடுவானில் மங்கிய ஒளி தெரிகின்றது. காண்க, மெல்லொளி.

அந்துப் பூச்சி

அந்துப் பூச்சிகளில் (Moths) ஒருசில சிறப்பினங்களைத் தவிர, மற்றவை தம் இளநிலைப் பருவங்களில் வேளாண்மைக்கு மிகுந்த தீங்கு விளைவிக்கின்றன. அந்துப் பூச்சிகளும், அவற்றின் இளவுயிரிகளான புழுக்களும் உருவத்தில் மிகுந்த வேறுபாடுடையன. சில வகைப் புழுக்களின் உடலில் மயிர்கள் மிகுதியாகக் காணப்படுவதால் அவை கம்பளிப்பூச்சிகள் (Caterpillars) என அழைக்கப்படும். அந்துப் பூச்சிகள் பொதுவாக இரவில் விளக்குகளின் வெளிச்சத்தால் ஈர்க்கப்பட்டு, வீடுகளிலும் சாலை ஓரங்களிலும் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. அந்துப் பூச்சிகள் பகலில் சுவர்களின் மீதோ, செடிகளுக்கிடையிலோ அசையாமல் அமர்ந்திருக்கும். அந்துப் பூச்சிகள் இரண்டு இணை இறக்கைகள் (Wings) பெற்றுள்ளன. இவ்விறக்கைகளின்மீது பலநிறத் தட்டைச் செதில்கள் (Scales) படிந்திருக்கும். ஒவ்வொரு வகை அந்துப் பூச்சிக்கும் அதன் செதில்களின் நிறங்களும், அமைப்பும், அதற்குரிய வண்ணங்களைக் கொடுக்கின்றன. செதில்கள் உதிர்ந்துவிட்டால் அந்துப்பூச்சிகளை இனம் பிரித்து அறிவது கடினம்.

அந்துப் பூச்சியின் தலையில் இரண்டு கூட்டுக்கண்களும் (Compound eyes), மூன்று புள்ளிக் கண்களும் (Ocelli), இரண்டு உணர் கொம்புகளும் (antennae), உள்ளன. இதன் வாய் உறுப்புகள் (Mouth parts) உருமாறி, நீண்ட உறிஞ்சு குழலாக (Proboscis) இருக்கும். அந்துகள் பொதுவாகப் பூக்களில் இருக்கும் தேனையும், பிற திரவ உணவுகளையும் உறிஞ்சிக் குடிக்கும். மற்ற நேரங்களில், உறிஞ்சுகுழலை வட்டமாகச் சுருட்டித் தலையின் அடிப்பகுதியில் இழுத்துக் கொள்ளும். அந்துகள் பறக்கும்போது, இரண்டு இணை இறக்கைகளும் இணைந்து செயல்படும். அமர்ந்திருக்கும் போது, இறக்கைகளைத் தம் வயிற்றின்மீது கூரை போல் குவித்து வைத்துக்கொள்கின்றன. மார்புப் பகுதியில் காணும் மூன்று இணைக் கால்கள், உணவு உட்கொள்வதற்காகப் பூக்களின்மீது அமரும்போதும், முட்டை இடுதற்காகச் செடிகளின்மீது அமரும்போதும், அவற்றைப் பிடித்துக் கொள்ளப் பயன்படுகின்றன.

அந்துப் பூச்சிகள்

இனச் சேர்க்கைக்குப்பின் பெண் அந்துப் பூச்சிகள் பெரும்பாலும் தம் முட்டைகளைக் குவியலாகச் செடிகளின் இலைகளிலும் தண்டுப் பகுதியிலும் இடும். இம் முட்டைக் குவியல்கள் (Egg mass) ஒருவிதப் பசையினால் செடிகளின் மீது ஒட்டப்பட்டிருக்கும். சில வகை அந்துப் பூச்சிகள் இம்முட்டைக் குவியல்கள் மீது தம் வயிற்றின் அடிப்பகுதியில் உள்ள மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிற மயிர்களை ஒட்ட வைத்து, முட்டைகள் தெரியாதவாறு பாதுகாப்பாக அமைக்கும். தாய் அந்துப் பூச்சிகள் முட்டையிட்ட சில நாட்களில் இறந்துவிடும். இம்முட்டைகள் பொரிந்து, சிறிய புழுக்கள் வெளிப்படும். இப்புழுக்கள் உருவ அமைப்பில் தாய் அந்துப் பூச்சிகளை ஒத்திருப்பதில்லை. இவற்றின் நீண்ட உருளையான உடல், தலை, மார்பு, வயிறு என்னும் மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தலைப் பகுதி சிறியது. மூன்று கண்டங்களாலான மார்புப் பகுதியின் கீழ் மருங்குகளில் மூன்று இணைக் கூரிய கால்களும், வயிற்றுப் பகுதியில் இரண்டு முதல் ஐந்து இணைத் துணைக் கால்களும் (Prolegs) உள்ளன. இப்புழுக்களின் வாய்ப் பகுதியில் பற்கள் இருப்பதால் இவை தாவர உணவைக் கடித்து மென்று உண்ணும். ஆகவே அந்துப் பூச்சிகள் தம் புழுப் பருவத்தில் பயிர்கள், பூக்கள், பழங்கள், காய்கறி வகைகளுக்கு மிகுந்த சேதத்தை விளைவிக்கின்றன. சிலவகைப் புழுக்கள், இலைகளை மட்டுமே உண்டு வளரும். வேறு சில புழுக்கள் மொட்டு, பூ, பிஞ்சு, காய், பழம், செடிகளின் தண்டுகள் ஆகியவற்றைத் துளைத்து உண்டு வாழும். முழுவளர்ச்சி அடைந்த அந்துப் பூச்சிப் புழுக்கள் பாதுகாப்பான இடத்தைத் தெரிந்தெடுத்து, அங்குத் தம் வாயிலிருந்து சுரக்கும் ஒருவகை உமிழ்நீரால் பட்டுப்

போன்ற நூல்களைத் தயாரித்து, தம்மைச் சுற்றி ஒரு கூட்டைப் பின்னிக்கொள்ளும். பின்னர் இப்புழு கூட்டினுள் கூட்டுப்புழுவாக (Pupa) உருமாறுகிறது. பொதுவாகக் கூட்டுப்புழு நீண்டு, பழுப்பு நிறத்தில் வழுவழுப்பாக, வாய், கால்கள் இறக்கைகளின்றி இருக்கும். கூட்டுப்புழு கூட்டினுள் ஓரளவு அசையும்; ஆனால் உணவு உண்பதில்லை. கூட்டுப்புழுவின் உடலினுள் வளர் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுச் சிலநாட்களில் வளர்ச்சி அடைநத அந்துப் பூச்சியாக உருமாற்றம் (Metamorphosis) அடைகிறது. இவ்வகையான உரு மாற்றம் பெற்றபின், அந்துப் பூச்சி கூட்டைக் கிழித்துக் கொண்டு வெளிப்படும். அந்நிலையில் இவற்றின் இறக்கைகள் சிறிய மொட்டுகள் போல இருக்கும். கூட்டை விட்டு வெளிவந்த சில நிமிடங்களில், இவ்விறக்கை மொட்டுகள் (Wing buds) விரிந்து, அகன்ற மெல்லிய இறக்கைகளாக மாறுகின்றன. இறக்கைகள் காய்ந்த பின் அந்துப் பூச்சிகள் தம் உணவான தேனை நாடிப் பறந்து செல்லும். தேனை உண்டு வளர்ந்த முதிர்ந்த பூச்சிகள் இனச்சேர்க்கைக்குப் பின்னர் முட்டைகளை இடத்தொடங்குகின்றன.

அந்துப் பூச்சிகளின் புழுக்கள் பயிர்களுக்கு மிகுந்த சேதத்தை விளைவிக்கின்றன. இவற்றுள் பருத்தியையும் காய்கறிகளையும் தாக்கும் புரொடினியா (Prodenia), ஹெலியாத்திஸ் (Heliothis), ஈரியாஸ் (Earias), நெல்லைத் தாக்கும் டிரைப்பொரைசா (Tryporyza), ஸ்போடாப்டிரா (Spodoptera), கரும்பைத் தாக்கும் தண்டுத் துளைப்பான், சிர்பொஃபேகா (Scirpophaga), சிசேமியா (Sesamia), மணிலாவைத் தாக்கும் ஆம்சாக்டா (Amsacta) என்ற சிவப்புக் கம்பளிப்பூச்சி போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

மனிதருக்குப் பயன்தரக்கூடிய பட்டுப்பூச்சிகளும் அந்துப் பூச்சி வகையைச் சேர்ந்தவையே. இவற்றில் முசுக்கட்டைப் பட்டுப்பூச்சி (Mulberry silkworm), ஆமணக்குப் பட்டுப்பூச்சி (Eri silkworm), காட்டு இலந்தைப் பட்டுப்பூச்சி (Tassar silkworm) எனப்படும் மூன்று வகைகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. இதில் முசுக் கட்டைப் பட்டுப்பூச்சியும், ஆமணக்குப் பட்டுப்பூச்சியும் மனிதரால் வளர்க்கப்பட்டுப் பட்டு உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுகின்றன. காட்டு இலந்தைப் பட்டுப் பூச்சிகளின் கூடுகளைக் காடுகளிலிருந்து திரட்டி, அவற்றினின்று பட்டு இழைகள் எடுக்கப்படுகின்றன.

அந்துப் பூச்சிகள் அனைத்தும் அறுகால் பூச்சிகள் (Insecta) வகுப்பின் லெப்பிடாப்டிரா (Lepidoptera) வரிசையைச் சேர்ந்தவை.

மு. மோ.

நூலோதி

1. **Essig, E. O.** *'College Entomology'*, Asia Playing Cards Co., Agra-3, (1982).
2. **Ayyar, T. V. R.** *'A Handbook of Economic Entomology for South India'* Govt. Press, Madras. (1940).
3. **David, B.V. and Kumaraswamy T.,** *'Elements of Economic Entomology''* Popular Book Depot, Madras. (1975).

அப்கார் எண்ணிக்கை

பிறந்த குழந்தையின் உடல் நிலையைக் கணித்து, உயிர்ப்பிப்பு முறைகளைத் திட்டமிட ஓர் எளிதான முறையை 1952ஆம் ஆண்டில் டாக்டர் வர்ஜினியா அப்கார் அறிமுகப்படுத்தினார். அது ''அப்கார் எண்ணிக்கை'' (Apgar score) எனப்படும்.

பெரும்பாலான குழந்தைகள் முழுவதுமாகப் பிறந்தவுடனேயே மூச்சுவிட ஆரம்பிக்கின்றன. அப்படி மூச்சுவிடவில்லை என்றாலும், அல்லது ஏங்கல்களுக்குப் பிறகு மூச்சு விடுவதை நிறுத்திவிட்டாலும், மகப் பேற்றைக் கவனிக்கும் மருத்துவரோ, மருத்துவச்சியோ, பயிற்சி பெற்ற தாதியோ குழந்தையை உடனே உயிர்ப் பித்து மூச்சுவிடச் செய்ய வேண்டும்.

குழந்தை பிறந்தவுடன் முதலில் வாயையும், மூக்கையும் சுத்தம் செய்தல் வேண்டும். தொண்டையை மெது வாகக் குழல் கொண்டு உறிஞ்சி (சீத நீக்கி கொண்டு) சுத்தம் செய்ய வேண்டும். உறிஞ்சுபொறி கொண்டு உறிஞ்சுவதாயின் எதிர்மறை அழுத்தம் 50 சென்டி மீட்டர் நீரழுத்தத்தைவிட அதிகமாயிருக்கக்கூடாது.

மூச்சியக்கம் சரியில்லாமலிருப்பின் அல்லது இதயத் துடிப்பு குறையுமாயின் மூக்குக்குள் செலுத்தப்பட்ட ஒரு குழாய் மூலமாக ஆக்ஸிஜன் செலுத்தப்பட வேண்டும். இந்த எளிய உயிர்ப்பிக்கும் முறைகள் உடனடியாகச் செயல்படுத்தப்பட்ட பிறகு, குழந்தை பிறந்த ஒரு நிமிடத்தில் அதன் உடல் நிலையை முழுவதுமாகக் கணித்தறிய வேண்டும்.

உடல் நிலையின் ஐந்து கூறுகள் கவனமாகச் சோதிக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு கூறுக்கும் இரண்டு எண்ணிக்கையாகப் பத்து வரை கணக்கிடப்படுகிறது. குழந்தை முழுவதுமாகப் பிறந்து ஒரு நிமிடமானவுடன் ஒரு முறையும், ஐந்து நிமிடங்களில் மறு முறையுமாக அப்கார் எண்ணிக்கை கணக்கிடப்படுகிறது.

பெரும்பாலான குழந்தைகள் ஒரு நிமிடத்தில் 6 அல்லது 7 எண்ணிக்கையும், ஐந்து நிமிடத்தில் 8 முதல் 10 எண்ணிக்கையும் பெறுகின்றன. ஐந்து நிமிட எண்ணிக்கை ஏழு அல்லது அதற்கும் குறைவாயிருக்குமாயின், பத்து நிமிடங்களில் குழந்தையின் உடல் நிலையை மறுமுறையும் கணக்கிட வேண்டும்.

1. இதயத்துடிப்பு

இது உடல் நிலையின் மிக முக்கியமான கூறாகும். குறைந்தது அரை நிமிடம் இதயத் துடிப்பு எண்ணப்பட வேண்டும். மார்பு ஒலிநோக்கி கிடைக்கவில்லையென்றால், தொப்புள் கொடியும், வயிற்றின் தோலும் சேருமிடத்தில் தொட்டுப் பார்த்துத் துடிப்பை எண்ண முடியும். இதயத்துடிப்பு நூற்றுக்கு மேலிருந்தால் இரண்டு எண்களும் நூற்றுக்குக் குறைவானால் ஒன்றும் இதயத் துடிப்பை உணர முடியவில்லையெனில் '0' எனவும் கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

இதயத் துடிப்பு நூற்றுக்குக் குறையுமானால் உடனடி உயிர்ப்பிப்பு முயற்சிகள் தொடங்கப்பட வேண்டும்.

2. மூச்சு விடுதல்

மூச்சு விடுதல் அடுத்து முக்கியமான கூறாகும். முறையான மூச்சுக்கு 2 எண்கள் தரப்பட வேண்டும். மூச்சு முறையற்று, ஆழமற்று விட்டுவிட்டு, ஏங்கலாக அமையுமாயின் எண்ணிக்கை 1 ஆகும். மூச்சு விடும் முயற்சியே இல்லாமலிருப்பின் 0 ஆகும்.

3. தசையிறுக்கம்

இயற்கையாகச் சிசுவின் முழங்கைகள் மடங்கியும், இடுப்பு மடங்கி, தொடையும் முழங்கால்களும் வயிற்றை நோக்கி மடங்கியும் இருக்கும். அத்துடன் உறுப்புகளை நீட்ட முயற்சி செய்யும் போது சிறிது எதிர்ப்புத் தெரியும். இந்த இயற்கையான தசையிறுக்கத்திற்கு 2 எண்கள் கொடுக்கப்படும். இதற்கு எதிரான நிலையில் உறுப்புகள் செயலிழந்தும், நீட்டும் முயற்சிக்கு எவ்வித எதிர்ப்புமின்றி, மடங்கலுக்கான அறிகுறியுமின்றி இருக்குமாயின் அது 0 என கணக்கிடப்படுகின்றது. இவையிரண்டுக்கும் இடையிலுள்ள நிலைக்கு எண் 1.

பிறந்தகுழந்தை — சீர்தூக்கல்

அறிகுறிகள்	0	1	2
இதயத் துடிப்பு	துடிப்பற்ற நிலை	100-க்கும் கீழ்	100-க்கும் மேல்
மூச்சு விடுதல்	மூச்சில்லா நிலை	மெதுவான, சீர்மையற்ற மூச்சு	நன்றாகக் கத்தி அழுது கொண்டிருத்தல்
தசையிறுக்கம்	தசை சுண்டுதல்	கை கால் சற்று மடங்கும்	நன்கு இயங்கும் தன்மை
மூக்கில் வடிகுழாய் செருகினால் ஏற்படும் எதிர்வினை (Response to nasal catheter)	எதிர்வினை	முகச்சுளிப்பு காணப்படல்	இருமல் அல்லது தும்மல் தோன்றல்
நிறம்	நீலம் வெளிர் நிறமாதல்	உடல் இளஞ் சிவப்பாதல், கை கால் நீல நிறமாதல்	முழு இளஞ்சிவப்பு

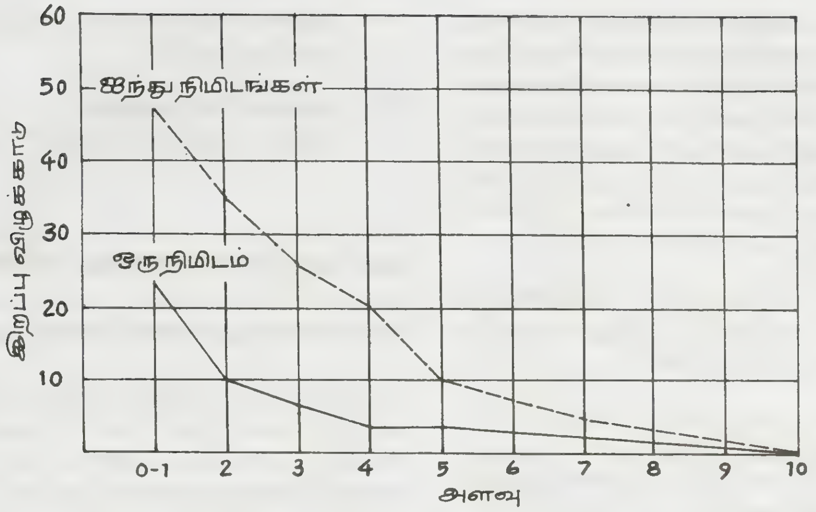
4. அனிச்சை உறுத்துணர்ச்சி

குழந்தையின் காலடிப் பாகத்தை இலேசாகச் சுண்டுவதனால் இதை அறிய முடியும். தெம்போடு அழுமாயின் இரண்டு எனவும், சிறிதே அழுதாலும் அல்லது முகம் சுளித்தாலும் ஒன்று எனவும், எவ்வித விளைவும் இல்லையெனின் 0 எனவும் மதிப்பிடப்பட வேண்டும்.

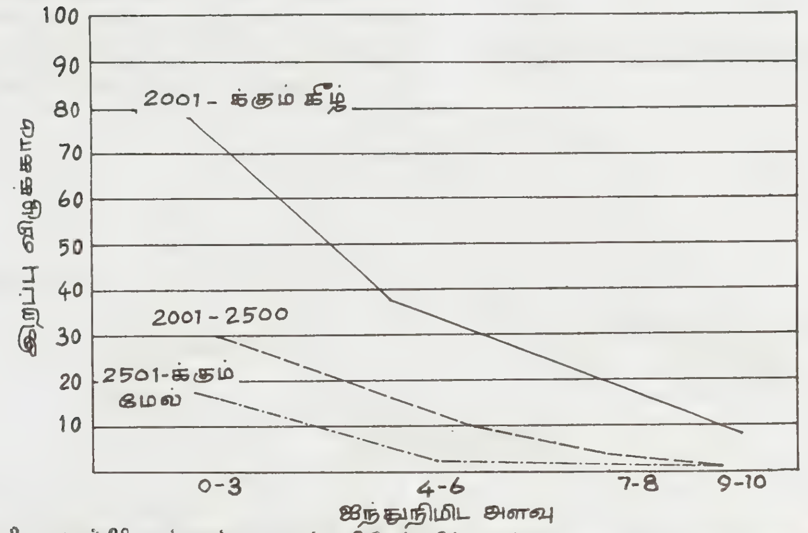
5. நிறம்

குழந்தையுடல் வெளுத்தோ, நீலம் பாரித்தோ உள்ளதா என அறிய வேண்டும். சில குழந்தைகளே நல்ல இளஞ்சிவப்பாய், இரண்டு எண்கள் பெறுகின்றன. பெரும்பாலான குழந்தைகளின் உடல் மற்றபடி இளஞ்சிவப்பாய் இருப்பினும், கால்களும் பாதங்களும் நீலம் பாரித்துள்ளதால் எண் 1 மட்டும் பெறுகின்றன. உடல் முழுவதும் வெளுத்து, நீலம் பாரித்து இருப்பின் 0 எனக் கணக்கிட வேண்டும்.

ஒரு நிமிடக் கணிப்பில் 7-க்கு மேல் எண் பெறும் குழந்தைகளுக்கு மூச்சு சீராக இயங்குகிறது என்பதால் வேறு உதவி தேவைப்படுவதில்லை.



படம் 1. பிறந்து 28 நாட்களில் இறக்கும் குழந்தைகளின் விழுக்காடு 1 நிமிடத்திற்கும் 5 நிமிடத்திற்கும்



படம் 2. முதல் 28 நாட்களுக்கான, ஐந்து நிமிடங்களில் எடுக்கப்பட்ட அப்கார் எண்ணிக்கை-இறப்பு விழுக்காடு

அப்கார் எண்ணிக்கை 4-7 என்று இருக்குமாயின் குழந்தையின் பொதுவான உடல்நிலையைப் பொறுத்தும், இதயத் துடிப்பினைப் பொறுத்தும் உதவி கணக்கிடப்பட வேண்டும். இதயத் துடிப்பு 100-க்கு மேலிருக்குமாயின் முன்னால் குறிப்பிட்ட முறைகள் போதுமானவை.

ஒரு நிமிடத்தில் 4—7 வரை அப்கார் எண்ணிக்கை உள்ள குழந்தைகள் அடுத்த சில நிமிடங்களில் உடல் நிலை மேலும் சீராவதால் 5 நிமிடத்தில் 7-க்கு மேல் எண்ணிக்கை பெறும். அவற்றுக்கு உதவி தேவைப்படுவதில்லை.

அப்கார் எண்ணிக்கை முதலிலிருந்தே 4-க்குக் குறைவாயிருப்பினும் அல்லது சிறிது சிறிதாகக் குறையினும் உயிர்ப்பிக்கும் முறைகளைப் பயன்படுத்தினால் அன்றி உடல்நிலை சீர்பெற முடியாது.

குரல்வளை நோக்கியை (Laryngoscope) உட்செலுத்தி மேல்தொண்டை (Pharynx) அடைப்பு, உறிஞ்சி நீக்கப்பட வேண்டும். அது பலன் தரவில்லையாயின், மூச்சுக் குழலுள் செலுத்தும் குழாயை நுழைத்து, 30 சென்டிமீட்டர் நீரின் அழுத்தத்திற்கு மிகாத ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டு ,இடைவிட்ட நேர் அழுத்த மூச்சு (Intermittent positive pressure ventilation) வழங்கப்பட வேண்டும். இதயத் துடிப்பு நூற்றுக்கு மேல் வந்து, உடல் இளஞ்சிவப்பு நிறமடைந்து, தசை இயக்கமும் தெரியும்போது குழந்தை தானாக மூச்சியங்கத் தொடங்குவதால், மூச்சுக்குழல் குழாயை எடுத்துவிட வேண்டும்.

இம்முறையில் 4 முறை மூச்சு வழங்கிய பிறகும், இதயம் செயல்படவில்லையெனில், இதய வெளிப் பிசைவு செய்து இதயத்தை இயங்கச் செய்ய வேண்டியது அவசியமாகும்.

பிறந்த குழந்தையைக் கவனிக்கும் முறைகளை ஒழுங்கு படுத்துவதில் அப்கார் எண்ணிக்கை மிக முக்கிய பங்கு பெறுகிறதென்பது அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப் பட்டது. அது செய்யப்படாமலிருப்பது கவனக்குறைவு என்று குற்றம் சாட்டப்படும் அளவுக்கு அது முக்கியமா யுள்ளது. இது மிக எளிதான முறையாயினும் இதைக் கையாளுகிறவர், இதனை நன்கறிந்தவராக இருந்தால் மட்டுமே உருப்படியான பயன் கிடைக்கும்.

குறையெடைக் குழந்தைகளில் அப்கார் எண்ணிக்கை குறைவாயிருக்க வாய்ப்புகள் மிகுதி. அக்குழந்தைகளில் இறப்பு விகிதமும் அதிகமாகவே உள்ளது.

அதேபோல குறை எடையும், அப்கார் எண்ணிக்கை குறைவாயும் உள்ள குழந்தைகளின் மூளை, நரம்பு மண்டலப் பாதிப்புகள் மிக அதிக அளவில் ஏற்படு மென்றும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ந.கி.

நூலோதி

1. **Nelson**, *Text Book of Paediatrics*, Tenth Edition, 1975.

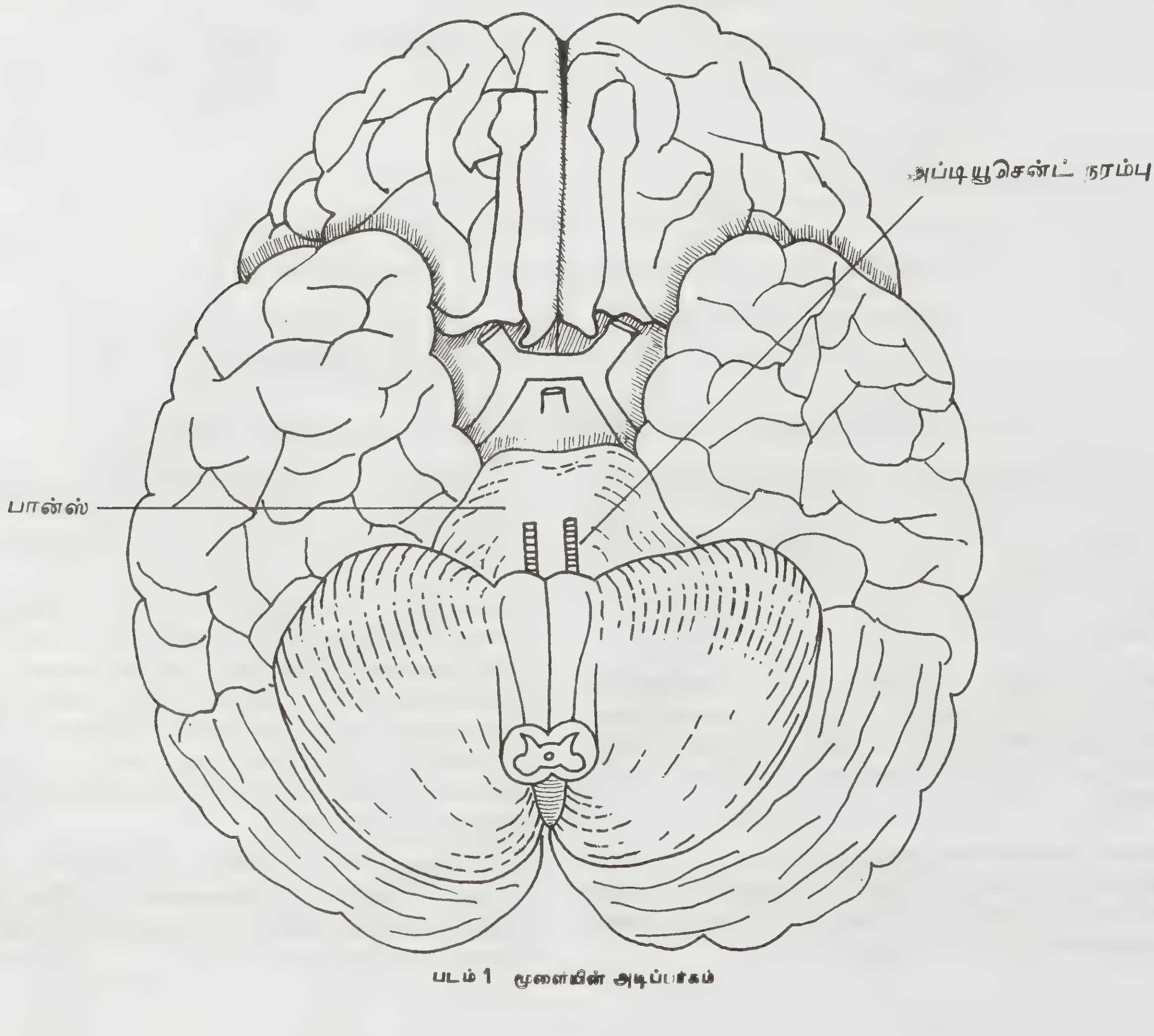
2. **Apgar. V. & James. L.S.**, *Resuscitation: New Born Infant* 1973.

3. **Sheldon B. Korones.**, *High Risk New Born Infants*, Basis for Intensive Nursing Care. 1972.

அப்டியூசென்ட் நரம்பு (நடுவிலக்கும் நரம்பு)

மூளையிலிருந்து வெளிச்செல்லும் ஆறாவது தலை நரம்பு.

அப்டியூசென்ட் நரம்பு மூளையிலிருந்து வெளிவந்து விழிக்கூட்டின் வெளிப்பக்க நீள்தசை (Lateral rectus) என்ற பெயருள்ள விழியை இயக்கும் நீள்தசைக்கு மட்டும் சென்று அதனை இயங்கச் செய்கின்றது. இந்த நரம்பு நோயினால் பாதிக்கப்படலாம். அம்மாதிரி பாதிப்பு ஏற்பட்டால் வெளிப்பக்க நீள்தசை வேலை செய்யாது. அதனால் இந்தத் தசைக்கு நேர்மாறாக வேலை செய்யும் உட்பக்க நீள்தசை (Medial rectus) ஒருவிதமான எதிர்ப்பும் இல்லாமல் அதிகமாக இயங் கும். இதனால் ''மாறு கண்'' என்ற நிலை ஏற்படும்.



படம் 1 மூளையின் அடிப்பக்கம்

இந்த நரம்புப் பாதிப்புக்குக் காரணங்கள் :

1. மூளையிலிருந்து இந்த நரம்பு வெளிவரும் இடத்தில் புற்றுநோய் (Cancer) ஏற்பட்டால் அதனால் இந்த நரம்பு அழுத்தத்திற்கு உட்பட்டு பாதிப்பு நேரலாம். இதனால் வெளிப்பக்க நீள்தசை இயங்காது. மாறு கண் ஏற்படும் வாய்ப்பு உள்ளது.

2. இந்த இடத்தில் உள்ள உட்புறக் காரோடிட் தமனி (Internal carotid artery) அல்லது அதன் கிளைகளில் புடைப்பு ஏற்பட்டு (Aneurysm) நரம்பை அழுத்தலாம். அப்பொழுதும் மாறுகண் உண்டாகும்.

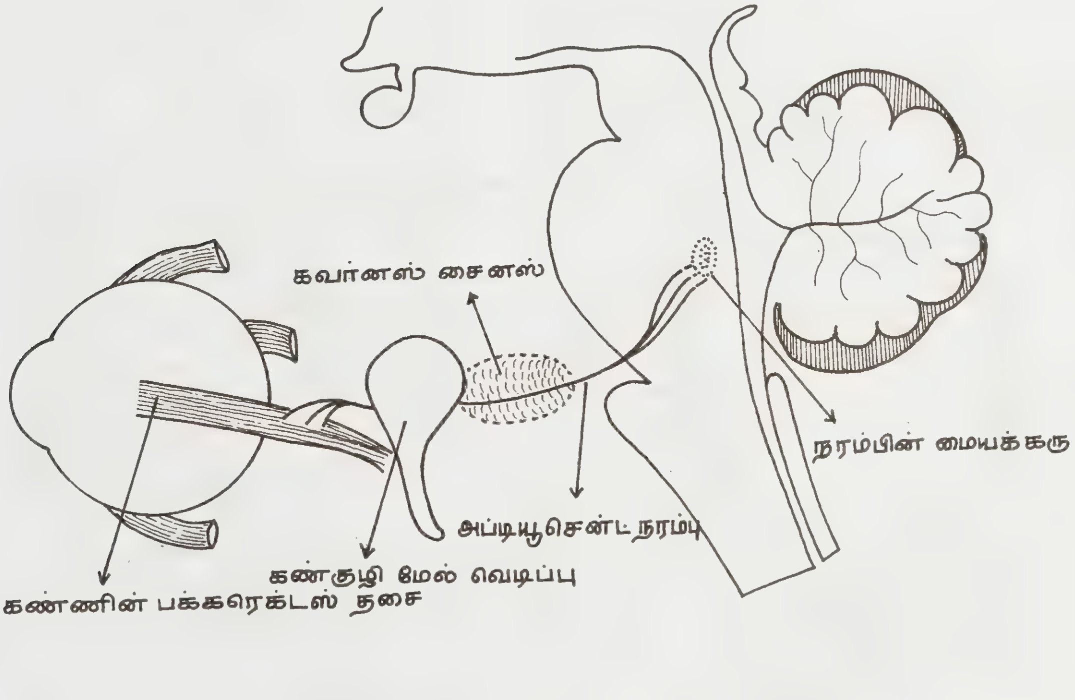
3. பிறக்கும்போதே மாறுகண்ணுடன் பிறப்பதும் உண்டு. இதற்கு மரபுக்கூறு (Genetic factor) காரணமாக இருக்கலாம்.

மேலே கூறிய சில முக்கியமான காரணங்களினால், இந்த நரம்பு பாதிப்பு ஏற்பட்டு வெளிப்பக்க நீள்தசை இயங்காமல் மாறுகண் ஏற்படும். அப்பொழுது பார்வையில் எல்லாப் பொருள்களும் இரண்டாகத் தெரியும்.

அப்டியூசென்ட் நரம்பு வெளிப்பக்க நீள்தசைக்குச் செல்லும் விதம்: இது மூளையின் பான்ஸ் (Pons) என்னும் பாகத்திலிருந்து புறப்படுகின்றது. மூளையிலிருந்து வெளிவரும் பன்னிரண்டு சோடி நரம்புகளின் ஆறாவது சோடி ஆகும். இதற்கு ஆறாவது நரம்பு என்றும் பெயர். இது விழித் தசைகளில் விழிக்கு வெளிப்புறம் உள்ள வெளிப்பக்க நீள்தசைக்குச் செல்லுகின்றது.

படத்தில் காண்கின்றபடி இத்தசை விழிக்கு வெளிப்புறம் உள்ளபடியால், இது இயங்கும்போது விழியானது வெளிப்பக்கமாக நகர்ந்து செல்லும். அப்டியூசென்ட் நரம்பில் ஏதாவது பாதிப்பு ஏற்பட்டால், இத்தசை இயங்காது.

இந்த நரம்பு பான்ஸ் என்னும் ஒரு பகுதியின் அடிப் பாகத்திலிருந்து புறப்பட்டு, உடனே மேல்நோக்கி முன்பக்கமாகச் சென்று, முன்பக்கக் கீழ் சிறுமூளைத் தமனியின் (Anterior inferior carebellar artery) பின் பக்கம் போய் டியூராமாட்டரைத் துளைத்துக்கொண்டு கீழ்ப்புற பீட்ரன் புழைக்கு (Inferior patrosal sinus மேல்பக்கமாகச் சென்று பீட்ரசு பொட்டு எலும்பின் (Petrous temporal) மேல் உச்சியை அடைகின்றது.



படம் 2. அப்டியூசென்ட் நரம்பு தசைக்குச் செல்லும் வழிகள்

இவ்விடத்தில் இந்த நரம்பு பீட்ரோ கிளைனாயிட் (Petro clinoid) பந்தகத்துக்குக் கீழே உள்ளது. இங்கிருந்து இது குழிவுப்புழைக்கு (Cavernous sinus) உள்ளே சென்று உட்புற காரோடிட் தமனிக்கு வெளிப்புறமாகவும் கீழ்ப்புறமாகவும் செல்லுகின்றது. பிறகு அது கண்குழி மேல் துளையின் (Superior orbital) மூலம் விழிக்கூட்டுக்குள்ளே செல்கின்றது. இப்படிச்செல்லும் போது மூளையிலிருந்து வெளிவரும் மூன்றாவது நரம்பான ஆகுலோ மோட்டார் (Oculo motor) என்ற கண் இயக்க நரம்புக்கும் நோசோசிலியரி (Nasociliary) என்னும் நரம்புக்கும் கீழே செல்கிறது. பிறகு ஆர்கச் டென்டினியச் கம்யூனிச் என்னும் வட்டத்தில் உள்ளே சென்று விழியின் ஒரு தசையான வெளிப்பக்க நீள் தசைக்கு மாத்திரம் சென்று அதை மட்டும் இயங்கச் செய்கின்றது.

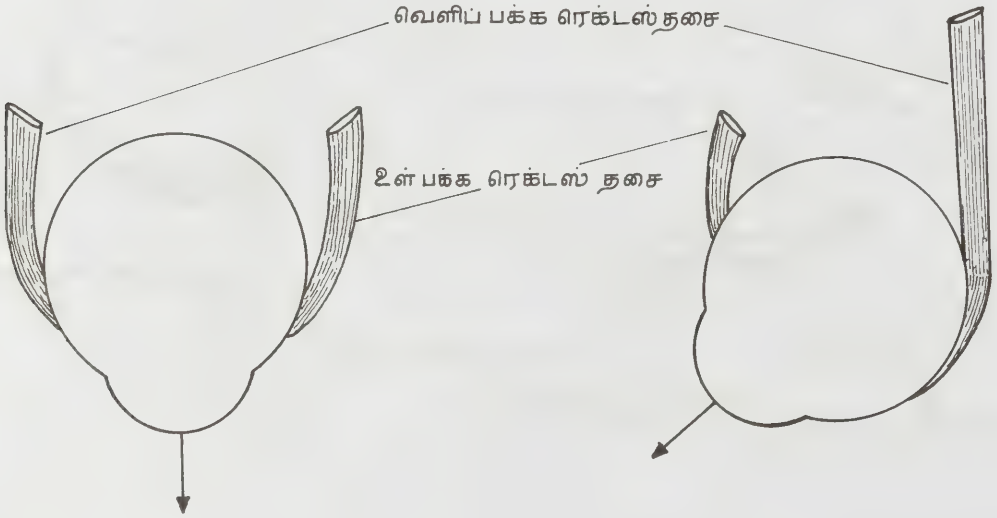
தசை இயங்கும் விதம் : இத்தசைக்கு மின் அலைகள் மூளையிலிருந்து உருவாகி அப்டியூசென்ட் நரம்பு மூலமாக வெளிப்பக்க நீள்தசைக்குச் செல்லுகின்றன. இதனால் இத்தசை உடனே சுருங்குகின்றது. அப்படிச் சுருங்கும்போது அப்பக்க விழியை வெளிப்புறமாக நாம் கொண்டு செல்ல முடியும். இந்த மின் அலைகள் மூளையிலிருந்து தசைக்குச் செல்லுவதில் எந்த ஓர் இடத்திலாவது தடை ஏற்பட்டால், மின் அலைகள் தசைக்குப் போய்ச் சேர முடியாது. அதனால் வெளிப்புற நீள் தசை சுருங்காது. இதனால் அப்பக்க விழியை வெளிப்புறமாகக் கொண்டு செல்ல நம்மால் இயலாது. அதன் விளைவாக விழிக்கு உட்பக்கமுள்ள உட்புறநீள் தசை அதிகமாகச் சுருங்கி மாறுகண் என்னும் நிலை ஏற்பட்டுப் பொருள்கள் எல்லாம் இரண்டாகத் தெரியும். உட்புற நீள்தசைக்கு மின் அலைகள் கண் இயக்க நரம்பின் மூலம் செல்வதால் அத்தசை இயங்குகின்றது.

இந்த நரம்பு பிணியிலும், அல்லது பிறப்பிலும், கரு வளர்ச்சியிலும் தடை ஏற்பட்டுப் பாதிக்கப்படலாம். இதற்கு உடனே ஒரு கண் மருத்துவரையும், நரம்பு நோய் வல்லுநர்களையும் கலந்தாலோசித்து, அறுவைச் சிகிச்சை செய்து கொண்டால் இந்த நோயினின்று விடுபடலாம்.

ச.மீ.

நூலோதி

1. **Romanes. G.J. Cunningham's** ***Text Book of Anatomy***. Oxford Medical Publications, Oxford Twelfth Edition, 1981.
2. **John B. Christensen, IRA.R.** ***Telford Synopsis of gross Anatomy*** Third edition, Harper & Row Publishers, New York 1978.



படம் 3. மாறுகண் ஏற்படும் இடம்

அப்பலோனியஸ்

கிரேக்கக் கணித அறிஞரான அப்பலோனியஸ் (Appolonius) கூம்புவெட்டுமுகத்தையும் (Conic section) அதன் தொடர்புடைய வடிவயியல் தன்மைகளையும் கண்டுபிடித்தார். இவருடைய பல ஆய்வுக்கட்டுரைகள் தொலைந்து விட்டன. இருந்தபோதிலும், அக் கட்டுரைகளின் தலைப்புகள், பொருள் சுருக்கம் போன்றவை பின்னால் வந்த அறிஞர்களால் வெளிக் கொண்டுவரப்பட்டன.

அப்பலோனியஸ் பெர்கா (Perga) விலுள்ள பாம்பைலியாவில் (Pamphylia) (இது தற்போது துருக்கியில் உள்ளது) கி.மு. 262 இல் பிறந்தார். இவர் அலெக்ஸ்சாண்டிரியா (Alexandria) என்ற நகரத்தில் கல்வி பயின்றார். பெர்கமம் (Pergamum) என்ற இடத்திற்குச் சென்ற போது யுடமஸ் (Eudemus), அட்டாலஸ் (Attalus) போன்ற அறிஞர்களைச் சந்திக்க நேர்ந்தது. அதன்பின் அவர்கள் உதவியுடன் கூம்பகத்தைப் (Conics) பற்றிய முதல் புத்தகத்தை எழுதத் தொடங்கினார். கூம்பகம் தொடர்பான, யூக்லிடு (Euclid), மற்ற பல அறிஞர்களின் கண்டு பிடிப்புகளைச் சார்ந்து, அப்பலோனியஸ் முதல் நான்கு புத்தகங்கள் எழுதினார். அவற்றில் முதல்புத்தகம் வளைவு (Curve) களின் பரப்பையும் அவற்றின் அடிப்படைத் தன்மைகளையும், மூன்றாவது புத்தகம் பல தேற்றங்களையும் (Theorems) உள்ளடக்கியிருந்தன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஐந்து, ஆறு, ஏழு ஆகிய புத்தகங்கள் இவருடைய சொந்தக் கருத்துக்களைக் கொண்டவையாகும். தொடுகோட்டின் தன்மைகளைச் சாராமல், செங்கோடுகள் (Normals) என்பவை, கொடுக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிகளிலிருந்து ஒரு வளைவுக்கு வரையப்படும் குறைந்த அளவு அல்லது அதிக அளவு எண்ணிக்கையுடைய நேர் கோடுகளாகும் என்றும், குறிப்பிட்ட புள்ளிகளிலிருந்து எத்தனை செங்கோடுகள் வரைய முடியும் என்றும், அவற்றின் அடிப்புள்ளிகளை வரைதல் மூலம் கணக்கிடுதலையும், ஐந்தாவது புத்தகத்தில் எழுதியுள்ளார். மேலும், ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் வளைவு மையத்தைக் (centre of curvature) கணக்கிடும் முறையையும், இதிலிருந்து எந்தக் கூம்பகத்திற்கும் செங்கோட்டுவளை (evolute) யின் கார்டீசியின் சமன்பாடு (cartesian equation) கண்டுபிடிக்கும் முறையினையும் விளக்கியுள்ளார்

தற்போது கூம்பகத்தின் முதல் நான்கு மூலப் புத்தகங்கள் துருக்கிய மொழியிலும் அடுத்த மூன்று புத்தகங்கள் அரபு மொழி பெயர்ப்பிலும் இருக்கின்றன. எட்டாவது புத்தகம் தொலைந்துவிட்டது.

அவருடைய மூன்று வகையான வட்டமுகங்களுக்கு நீள்வட்டம் (ellipse), பரவளைவு (Parabola), அதிவளைவு (Hyperbola) என்ற பெயர்களை அறிமுகப் படுத்தினார். கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு புள்ளி (Point) ஒரு நேர்கோடு (Straight line) அல்லது ஒரு வட்டம் (Circle) ஆகிய மூன்று பொருள்களுக்கும் தொடுகோடாக (Tangent) அமையுமாறு ஒரு வட்டம் வரைவது தொடுகோட்டு நிலையின் பொதுவான கணக்கு ஆகும். இந்த மூன்று பொருள்களும் வட்டங்களாக அமையும்போது ஏற்படும் மிகவும் சிக்கலான கணக்கு, அப்பலோனியஸ் கணக்கு எனப்படும். அப்பலோனியஸ், தாலமியின் ஆல்மாகெஸ்ட் (Ptolemy's Almagest) என்ற நூலின்கே மற்கோள்களிலிருந்து, மைய அகற்சி(eccentric), புறவட்ட (Epicyclic) இயக்கம் ஆகியவற்றைக்கொண்டு, கோள்களின் இயக்கம் (Planetary motion) பற்றி எழுதியுள்ளார். இவருடைய மொத்த ஆய்வுக் கட்டுரைகளில் 13 கட்டுரைகள் நமக்குக் கிடைத்துள்ளன. பல ஆய்வுக் கட்டுரைகள் இவர் வெளியிட்டுள்ளதை அதன்பின் வாழ்ந்த அறிஞர்களின் புத்தகங்களிலிருந்தும், ஆய்வுக் கட்டுரைகளிலிருந்தும் அறிய முடிகிறது. இவர் கி.மு. 190இல் அலெக்சாண்டிரியாவில் காலமானார்.

நூலோதி

1. **Britannica**, Vol-1, Encyclopaedia Britannica, Chicago, 1985,
2. *Encyclopaedia Americana*, Vol-2, Americana Corporation, Danburg, Connecticut, *1980*.

அப்போசினேசி

இது அல்லி இணைந்த (Gamopetalous) இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றாகும். அப்போசினேசி (Apocynaceae) குடும்பத்தில் 300 பேரினங்களும் (Genera), 1300 சிற்றினங்களும் (Species) அடங்கியுள்ளன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் (Temperate regions) காணப்படுகின்றன. தென்னிந்தியாவில் 20 பேரினங்களும் 36 சிற்றினங்களும் உள்ளன.

பொதுப்பண்புகள்: இதில் மரம், புதர்ச் செடிகள் (Shrubs), பெருங்கொடிகள் (Woody climbers), குறுஞ்செடிகள் (Herbs) போன்ற பல்வேறு வளரியல்புகளைக் (Habits) கொண்ட தாவரங்களுண்டு. இருந்தபோதிலும் பெரும்பாலானவை கொடிகளாகும். இத்தாவரங்கள் அனைத்திலும் லேடக்ஸ் (Latex) என்னும் பால்போன்ற திரவம் உண்டு. இவற்றின் இலைகள் தனித்தவை, மாற்று (Alternate), எதிர் (Opposite) அல்லது வட்ட (Whorled) இலையமைவுடையவை (Phyllotaxy). பெரும்பாலும் மலர்கள் பானிக்கிள் (Panicle) மஞ்சரியிலோ, சைமோஸ் (Cymose) மஞ்சரியிலோ அமைந்திருக்கும். அவை பூவடிச்சிதல்களும் (Bracts), பூக்காம்புச் சிதல்களும் (Bracteoles) பெற்றிருக்கும். மலர்கள் இருபாலானவை (Bisexual), ஆரச்சமச்சீரானவை (Actinomorphic), பெரும்பாலும் 5 அங்கமுடையவை (Pentamerous). புல்லி இதழ்கள் (Sepals) அடியில்

இணைந்திருக்கும்; ஒழுங்கற்ற திருகு அமைப்புடனிருக்கும் (Imbricate aestivation); பெரும்பாலும் இதழ்களின் உட்புறத்தின் அடியில் சுரப்பிகள் உண்டு. அல்லி இதழ்கள் (Petals) பொதுவாகக் குறுகலான அல்லிக்குழலைப் பெற்றுத் தலைப்பில் விரிந்த இதழ்களுடனோ (Salver form or Hypocrateriform) புனல் வடிவத்துடனோ இருக்கும்; அல்லிக்குழலின் (Corolla tube) உட்புறம் தூவிகள் நிறைந்திருக்கும்; சாதாரணமாக இதழ்கள் சுழல் இதழமைப்புடையவை (Twisted aestivation). மகரந்தத் தாள்கள் 5 உண்டு. அவை அல்லி இதழ் ஒட்டியவை (Epipetalous); மகரந்தப்பை பொதுவாக அம்பு வடிவமுடையது (Sagittate). சூற்பை இரு சூலக இலைகளாலானது (Bicarpellary). சூற்பைகள் முற்றிலும் இணைந்திருக்கும் அல்லது தனித்திருந்து சூலகமுடிப்பகுதியில் மட்டும் இணைந்திருக்கும். சூலக முடி (Stigma) தடித்து வெவ்வேறு வடிவத்திலிருக்கும். சூற்பை (Ovary) மேல்மட்டமுடையது (Superior) சூலக அறை ஒன்று அல்லது இரண்டிருக்கும். சூற்பையைச் சுற்றிப் பொதுவாகச் சுரக்கும் தட்டு (Disc) அமைந்திருக்கும். சூல்கள் (Ovules) இரண்டும் அதற்கு மேலும் இருக்கும்; சூல்கள் விளிம்பு ஒட்டு முறையில் (Marginal placentation) அமைந்திருக்கும். கனி ஒரு பக்க வெடிகனி (Follicle), பெர்ரி (Berry), காப்சூல் (Capsule), வெடியாக்கனி (Indehiscent) எனப் பல வகையைச் சார்ந்தது. விதைகள் தூவிகளுடனோ அவை இல்லாமலோ இருக்கும். விதைகளுக்கு முளை சூழ்சதை (Endosperm) உண்டு.

பொருளாதாரச் சிறப்பு : அரளி (Nerium), அல்லமாண்டா (Allamanda), மஞ்சள் அரளி (Thevetia), நந்தியாவட்டை (Ervatamia), களா (Carissa), காப்சியா (Kopsia), வல்லாரிஸ் (Vallaris), ஏழிலைப்பாலை (Alstonia), புளிமீரியா (Plumeria) ஆகியவற்றின் சிற்றினங்கள் அழகுத் தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

1. மகரந்தத்தாளின் உட்புறம் 2. மகரந்தத்தாளின் வெளிப்புறம் 3. பூ 4. விதை 5. மிலார் 6. சூலகம் 7. அல்லி இதழ் 8. சோடியான ஒருபக்க வெடிக்கனி 9. சூலகமுடி 10. அல்லி இதழ் வளரிகள் 11. லெண்டிசெல்ஸ் (துளைகள்) 12. மகரந்தப்பை

ராவோல்ஃபியா செர்ப்பெண்டைனாவின் (Rauwolfia serpentina) வேரிலிருந்து ரிசர்ப்பின் (Reserpine) என்ற இரத்த அழுத்தத்தைக் (Blood pressure) குறைக்கக் கூடிய ஆல்கலாய்ட் (Alkaloid) கிடைக்கின்றது. இந்தியாவில் இந்தச் செடி பல நூற்றாண்டுகளாக நரம்பு, மனநிலை சம்பந்தப்பட்ட பலவகையான நோய்களுக்கு மருந்தாகக் கொடுக்கப்பட்டு வருகின்றது. மற்றும் வேரின் சாறு வயிற்றுப்போக்கு, சீதபேதி ஆகிய வற்றிற்கு மருந்தாகவும், குடற்புழுக் கொல்லியாகவும் பயன்படுகின்றது. பிள்ளைப்பேற்று வலியைத் தணிப்பதற்கும் கொடுக்கப்படுகின்றது. சுடுகாட்டு அரளி அல்லது நித்திய கல்யாணியில் (Catharanthus roseus (L.) Don = Vinca rosea L.) பல வகையான ஆல்கலாய்ட்கள் உள்ளன. அவற்றில் சில இரத்தப் புற்றுநோய்க்கும் (Blood Cancer; Leukaemia), இரத்த அழுத்தத்தைக் குறைப்பதற்கும், சர்க்கரை வியாதி அல்லது நீரிழிவிற்கும் (Diabetes) மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. இந்திரபாம் அல்லது கொடகப் பாலையின் (Holarrhena antidysenterica) மரப்பட்டை, வேர்ப்பட்டைகளின் சாறு சீதபேதிக்கும், வயிற்றுப் போக்கிற்கும் மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதன் இலைகள் சுவாசக் குழாய் சம்பந்தப்பட்ட வியாதி, புண், கொப்புளங்கள் ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன. நந்தியாவட்டையின் வேர் (Ervatamia coronaria Stapf = Tabernaemontana coronaria R.Br.) பல்வலி மருந்தாகவும், பூச்சிக் கொல்லியாகவும் பயன்படுகின்றது. எலுமிச்சைச் சாற்றுடன் இதன் சாற்றையும் கலந்து கண்ணிலுண்டாகும் வெண்ணிறத்தைப் போக்கப் பயன்படுத்துவார்கள். வெப்பாலைக் (Wrightia tinctoria R.Br.) கட்டை, விளையாட்டுச் சாமான்கள், கணிதக்கருவிகள், தீக்குச்சி, தீப்பெட்டிகள், பென்சில்கள் முதலியவை செய்வதற்கும், இலைகள் பல்வலி மருந்தாகவும், விதைகள் குடற்புழுக் கொல்லியாகவும் பயன்படுகின்றன. ஏழிலைப்பாலையிலிருந்து (Alstonia scholaris) எழுதும் பலகைக்குப் போடும் சட்டம் செய்யப்படுகின்றது. லாண்டோல்ஃபியா (Landolphia), கிக்ஸியா (Kickxia) போன்றவற்றின் லேடக்ஸ் ரப்பர் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. பலவற்றின் லேடக்ஸ் மிக்க நச்சுத்தன்மையுடையது. எடுத்துக்காட்டாக, அப்போசைனம் (Apocynum) லேடக்ஸ் நாய்களைக் கொல்லும் நச்சுத் தன்மையுடையதாகையால் இக்குடும்பத்திற்கு "நாய் நச்சுக் குடும்பம்" (Dogbane family) என்ற பெயருமுண்டு. மஞ்சள் அரளியின் (Thevetia peruviana) விதைகளை அரைத்துக் குடித்தால் உயிரிழப்பேற்படும். களாச் (Carissa carandas) செடியின் காய்கள் ஊறுகாய் போடுவதற்குப் பயன்படுகின்றன.

கா.இரா.

நூலோதி

1. **Gamble, J.S.** *Fl. Pres. Madras.* Vol.II. 800-821, Adlard & Son, Ltd., London, 1921.
2. **Lawrence, G. H. M.** *Taxonomy of Vascular Plants.* pp. 823, The Macmillan Co., London, 1951.
3. **Rendle, A. B.** *The Classification of Flowering Plants.* pp. 640, Cambridge Univ. Press, London, 1975 (Repr).
4. **Willis, J. C.** *A Dictionary of Flowering Plants & Ferns.* (7th ed. Revd. Airy Shaw, H. K.) pp. 1214, Cambridge Univ. Press, London, 1966.

அப்யா உணர்வகற்றிக் கருவி

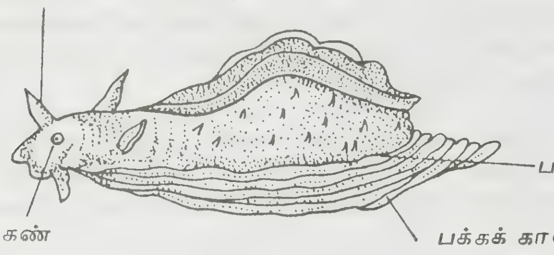
அப்யா உணர்வகற்றிக் கருவி என்பது எளிதில் தூக்கிச் செல்லக்கூடிய, மூச்சோடு உணர்வகற்றிகளைச் செலுத்தக்கூடிய, சிறிய உணர்வகற்றிக் கருவியாகும். இதில் உலகெங்கும் எளிதில் கிடைக்கக்கூடிய 'ஈத்தர்' என்ற வேதியல் பொருள் உணர்வகற்றியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்கருவியில் வெளி அழுத்த ஆக்சிஜன் வழங்கும் முறையைப் பயன்படுத்துவதில்லை. மாறாக ஒருவழி மூச்சிழுப்பு முறையில் இது இயங்குகிறது. இக் கருவியை முதியோர், குழந்தைகள் ஆகிய எல்லா வயதினருக்கும் பயன்படுத்தலாம். இதை எளிதில் எங்கும் தூக்கிச் செல்லாம். இக்கருவி ஜெர்மனி கூட்டாட்சியிலுள்ள லூபெக் நகரிலிருக்கும் டிராகர் நிறுவனத்தால் அமைக்கப்பட்டது.

அப்லீசியா

வயிற்றுக்காலி (Gastropoda) வகுப்பைச் சார்ந்த அப்லீசியா ஒரு கடல்வாழ் மெல்லுடலியாகும். வட துருவ மண்டலம் முதல் தென்துருவ மண்டலம் வரை உலகின் பல பாகங்களிலும் இதனைக் காணலாம். கடற்பாசிகளை (See weeds) உணவாகக் கொண்டுள்ள அப்லீசியா தன்னைச் சுற்றியுள்ள சூழலுக்கேற்பத் தன்னுடைய நிறத்தையும் அவ்வப்போது மாற்றிக் கொள்ளும் தன்மையுடையது.

புறத் தோற்றத்தில் இது ஒரு முயலைப் போலக் காட்சியளிப்பதால் அப்லீசியாவைக் கடல் முயல் (Sea hare) என்றும் கூறுவதுண்டு.

இதன் தலைப் பகுதியில் இரண்டு இணை உணர் கொம்புகள் (Tentacles) இருக்கின்றன. இவற்றில் முதலில் அமைந்திருக்கும் இணையானது நீண்டு முயலின் காதுகள் போல அமைந்திருக்கின்றது. அதையடுத்து இணை உணர்கொம்புகள் சிறியவையாக உள்ளன. இதன் அடியில் அமைந்திருக்கும் கண்களின் உதவியால் அப்லீசியா பார்க்க முடிகிறது. தலையை



அப்லீசியா

அடுத்துள்ள மேடு போன்ற பகுதியில் மெல்லிய ஓடு (Shell) உள்ளது. இந்த ஓடானது படலத்தால் (Mantle) முழுவதும் மூடப்பட்டுள்ளது. இதன் அகன்ற பாதத்தின் பக்கங்களிலுள்ள பக்கக்கால்களின் (Parapodia) உதவி கொண்டு அப்லீசியா நீரில் நீந்துகிறது. பாதம் பின்புறம் ஒரு வால் போல் வந்து முடிவடைகிறது. ஆண், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் அப்லீசியாவில் இணைந்தே காணப்படுகின்றன.

இந்த மெல்லுடலி தன்னை எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாத்துக் கொள்ளும் முறை மிகவும் வேடிக்கையானது. தொல்லை நேரிடும் போது, கருநீல நிறமான திரவத்தை இது பீச்சி வெளிவிடும். நச்சுக் கலந்த இந்தத் திரவமானது தண்ணீரின் நிறத்தை மாற்றிவிடும். இந்தத்திடீர் மாற்றத்தால் தாக்கவரும் உயிரிகள் செயலிழந்து நிற்க, கிடைத்த வாய்ப்பைப் பயன்படுத்தி அப்லீசியா தப்பித்துக் கொள்ளும்.

சு.அ.

நூலோதி

1. **Kandal, E. R.** *Behavioural Biology of Aphlysia* W. H. Freeman & Co., San Francisco; 1979.
2. **Hyman, L. H.**, *The Invertebrates;* McGraw-Hill Book Company, 1955.

அபமேச இட நழுவல் (கால்நடை மருத்துவத் துறை)

அபமேச நோய்கள் வளர்சிதை மாற்றக் குறைவு (Metabolic-disorder) தோய்வு, தூண்டல் (Stress), சத்துக் குறைவு போன்றவற்றால் இப்பொழுது அதிகமாக வருகிறது. அபமேச நோய்களில் முக்கியமானவை இரண்டு. அவை,

1. இடது அபமேச இட நழுவல்
2. வலது அபமேச இட நழுவல்

பொதுவாக இடது அபமேச இட நழுவல், வலது அபமேச இட நழுவலைக் காட்டிலும் அதிகம் காணப்படுகிறது.

இடது அபமேச இட நழுவல்: இயல்பாக வயிற்றுப் பகுதியின் அடியில் நடுவிலும் பின் சிறிது வலமாகவும் படுத்திருக்கும் அபமேசம், வயிற்றுப் பகுதியின் இடது பக்கத்திற்குத் திருப்பப்பட்டு அசைவயிறு (Rumen) பகுதியின் வெளிச் சுவருக்கு இடையே வந்துவிடுகிறது.

காரண வரலாறும் நோய் பரவும் ஆய்வு முறையும்: (Etiology&epidemiology): இடது அபமேச இட நழுவல் பெரும்பாலும் மிகப் பெரிய, அதிகப் பால் கொடுக்கும் வயது முதிர்ந்த பசுக்களில் கன்று ஈன்ற ஆறு வாரங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. கன்று ஈனுவதற்குப் பல அல்லது சில வாரங்கள் முன்னோ அல்லது பின்னோ இடது அபமேச இட நழுவல் ஏற்படுவதுண்டு என்றாலும் நோய் அறிகுறியினைப் பொறுத்த மட்டிலும் ஒன்றேபோல்தான் இருக்கும். அதிகப் பால் உற்பத்திசெய்யும் பசுக்களுக்கு அதிகதானிய வகைத் (Grain (feeding) தீவனங்களை வழக்கமாகக் கொடுப்பதால் இடது அபமேச இட நழுவல் ஏற்படுகின்றது.

அதிக தானிய வகையைச் சார்ந்த தீவனம் விரைவில் ரூமனிலிருந்து அபமேசத்திற்கு அனுப்பப்படுவதாலும், இவை கொழுப்பு அமிலங்களை (Fatty acids) அதிகப்படுத்துவதாலும் அபமேசத்தின் சுருங்கி விரியும் தன்மை (Motility) குறைக்கப்படுகிறது. இதனால் அபமேசத்திலிருந்து சிறுகுடலுக்குச் செல்ல வேண்டிய அரைக்கப்பட்ட தீவனம் (Ingesta) சரிவரச் செல்லாமல் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றது. மேலும் அதிக தானிய வகைத் தீவனத்தால் உற்பத்தியாகின்ற மீதேன் (Mathane) அபமேசத்தில் தேக்கப்பட்டு அபமேச கீழ் விரிவுக்கும் (Distension) இட நழுவலுக்கும் காரணமாகின்றது. இடது அபமேச இட நழுவலுக்கு அதிகப் புரதம் நிறைந்த தீவனமும் ஒரு காரணமாக இருக்கின்றது.

சினைக் காலத்தில் கருப்பை விரிவடைவதால் அசைவயிறு வயிற்றின் அடிப்பகுதியிலிருந்து உயர்த்தப்படுகிறது. அப்போது ஏற்கெனவே விரிவடைந்த அபமேசம் முன்னுக்குத் தள்ளப்பட்டு இடது பக்கமாக ரூமனுக்குக் கீழே செல்கிறது. பின் கன்று ஈன்ற நிலையில், ரூமன் தன் நிலையை அடைந்த போதிலும், தானியத் தீவனம் நிறைந்த அபமேசம் பழைய நிலைக்கு வராமல் அதே நிலையில் இருக்கின்றது. இடது அபமேச இட நழுவலுக்கு இரத்தச் சுண்ணாம்புச் (Calcium) சத்துக் குறைவும் ஒரு காரணமாகச் சொல்லப்படுகின்றது. சினைப் பருவ காலத்தில் வழக்கத்திற்கு மாறாக, பசு மற்ற மாடுகளின் மீது ஏறுவதாலும், எம்பிக் குதிப்பதாலும் இடது அபமேச இட நழுவல் ஏற்படுகின்றது. கன்றுகளுக்கும், காளைகளுக்கும் இது அரிதாக ஏற்படுவதுண்டு. உறுப்புப் போடாமை, கருப்பைச் சீழ், மடி வீக்கம் போன்றவை அபமேச இட நழுவல் காலத்தில் நேரிட்டாலும் இவை எந்த வகையில் இடது அபமேச இட நழுவலுடன் தொடர்புடையன என்பது இன்னமும் புரியாத புதிராக இருக்கின்றது.

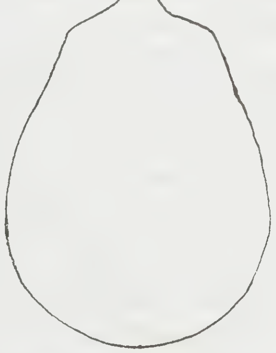
இங்கிலாந்து, வடக்கு அமெரிக்கா நாடுகளில் அதிக அளவில் கறவை மாடுகளுக்குத் தானிய வகையைச் சார்ந்த தீவனத்தைக் கொடுப்பதாலும், பெரும்பாலும் கொட்டகையினுள் வைத்திருப்பதாலும், இந்நோய் பொதுவாகப் பெருமளவில் இருக்கின்றது. குளிர் காலங்களில் இந்நோய் அதிகமாக இருக்கின்றது. பால் உற்பத்திக் குறைவினால் ஏற்படும் இழப்பு, அறுவைக்கான செலவு போன்றவை இந்நோயால் ஏற்படும் குறைகளாகும். இடது அபமேச இட நழுவல் பாரம்பரியக் குணங்களோடு சம்மந்தப்பட்டதா என்பது நிருபிக்கப்படாத ஒன்றாகவே இருக்கின்றது. இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட மாடுகளுக்கும், பாதிக்கப்படாத மாடுகளுக்கும் மரபுவழி முறையில் எந்தவித வேறுபாடும் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை.

நோயுறு முறை (Pathogenesis): இடது அபமேச இட நழுவலுக்கு அசைவின்மைதான் (Abomasal atony) முதன்மைக் காரணமாகக் கருதப்படுகின்றது. சுருங்கி விரியும் தன்மையை இழந்த நிலையில், ஓரளவு காற்று நிறைந்த அபமேசம் இடது பக்க வயிற்றுச் சுவர் வழியாகவும் (Abdominal wall), மண்ணீரல் அசைவயிற்றின் இடது புறமாகவும் தள்ளப்படுகின்றன. முக்கியமாக அபமேசத்தின் முன்பகுதியும், பெரும் வளைவுப் பகுதியும் (Greater curvature) இடம் பெயர்வதால், அபமேசத்தின் பின் பகுதியும் (Pylorus), சிறுகுடலின் முதல் பகுதியும் (Duodenum) இடம்பெயர்கின்றன. இதனால் ஓமேசம், ரெட்டிக்குலம், ஈரல் போன்ற பல உறுப்புகள் பல கோணங்களில் சுற்றப்படுகின்றன. அசைவயிற்றால் அழுத்தப்பட்ட அபமேசம் அளவில் குறைவதோடு வழக்கமாகச் சுருங்கி விரியும் தன்மையையும் இழக்கின்றது. எல்லா இரைப்பைகளும் இடது பக்கமாகச் சுற்றப்படுவதால் உணவுக் குழாயும் சுற்றப்பட்டு, உட்கொண்ட தீவனம் (Digesta) மறுபடியும் வாயை நோக்கி வர வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது. இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட இரைப்பைக்கு ஓரளவு வழி இருப்பதால் காற்றும் நீர்மப் பொருளும் கடக்க முடிகிறது. மிகவும் அரிதாக, உணவுப் பாதைக்குத் தடை (Obstruction) ஏற்படுவதும் உண்டு.

சில சமயங்களில் அபமேசம், ரெட்டிக்குலத்திற்கும், மார்பு-வயிறு அறைத் தடுப்பு (Diaphragm) க்கும் இடையே சென்றுவிடுகின்றது. இதற்கு முன்பக்க அபமேச இடப் பெயர்ச்சி என்று பெயர்.

இடப்பெயர்ச்சியினால், செரிமானம் மட்டுமே பாதிக்கப்படுகிறது. இரத்த ஓட்டம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதனால் சில வாரம், அல்லது மாதங்களில் மாட்டின் எடை குறைந்துவிடுகின்றது. பாதிக்கப்பட்ட மாடுகளுக்கு இரண்டாம் நிலை கீட்டோசிஸ் நோய் (Secondary Ketosis) வருகின்றது. நீண்ட காலமாகப் பாதிக்கப்பட்ட மாடுகளுக்கு வயிற்றுப் புண்ணும் (Ulcer), ஒட்டிழைகளும் (Adhesions) உண்டாகின்றன. சில வேளைகளில் புண்களில் ஓட்டை விழுந்து திடீரென்று மாடு இறக்கவும் நேரிடும்.

நோயின் அறிகுறிகள் (Clinical findings): கன்று ஈன்ற சில நாட்களுக்குள்ளாகவோ சில வாரங்களுக்குள்ளாகவோ சரிவர உண்ணாமை, அசைவின்மை, பாலின்மை, கீட்டோசிஸ் போன்றவை ஏற்படும். கீட்டோசிஸ், முதலில் சிகிச்சையால் குணம் அடைவதும், பின் மறுபடியும் பாதிப்பதும் பொதுவாக இல்லாமல் இல்லை. வயிற்றின் இடது பக்க வெளித் தோற்றம் தட்டையாகவோ நேராகவோ (Slab sided) இருக்கும். சாதரணமாக ஆரோக்கியமான மாடுகளில் வளைவுக்குக் காரணமான அசைவயிறு, பாதிக்கப்பட்ட மாடுகளின் உடலின் நடுபகுதிக்குச் சென்றுவிடுவதால், தட்டையான ஒரு தோற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது.



படம் 1. பின் பகுதியிலிருந்து பார்க்கும் பொழுது, உடலின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

படம் 2. மோசமான நிலையில் அபமேச இடநழுவல்

படம் 3. சொற்பமான, குறைவான, கடினமான அபமேச இடநழுவல்

உடல் சூடு, இதய வேகம், மூச்சு வேகம் எப்பொழுதும் போல் இருக்கும். சாணம் மென்மையாகவும், அளவில் குறைந்தும் இருக்கும். சில சமயம் சிறிதளவு பேதியும் உண்டாகும். அசைவயிற்றின் சுருங்கி விரியும் திறன் குறைகின்றது. சில சமயங்களில் எவ்விதச் சத்தமும் இருக்காது. மார்பக ஒலிமானியின் மூலம் (Stethoseope) புதுவிதமான ஒலிகளைக் கேட்கலாம். இவை யாவும் அபமேசத்தில் இருந்து வரும் ஒலிகளே.

ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்ட சில மாடுகள், பலமான உடற் பயிற்சிக்குப் பிறகு, குணம் அடைந்து விட்டதாகத் தோன்றும். ஆனால் இது தற்காலிமானதே. மறுபடியும் பாதிப்பின் அறிகுறிகள் தோன்றும்.

இதை அசைவின்மை காரணமாகக் கீழ் இறங்கிய அசைவயிறு (Atonic distended rumen) என்று கருதிக் கவனக் குறைவாக இருப்பது தவறு. குத வழி கையை விட்டுச் சோதிக்கும் பொழுது (Rectal examination) எதிர்மறை அழுத்தம் (Negative pressure) இருப்பதை உணரலாம். சிலவாரங்கள் பாதிக்கப்பட்ட மாடுகளின் அசைவயிறு சிறியதாய் இருக்கும். அபமேசத்தைத் தொட்டு உணர முடியாது. அரிதாகச் சில மாடுகளின் அசைவயிறு உப்பி இருக்கும். சிகிச்சை பெறாத மாடுகள் இளைத்துக் காணப்படும். கன்று ஈனும் சமயம் பருமனாக இருந்த மாடுகள், கீட்டோசிஸ் நோயினால் மோசமாகப் பாதிக்கப்பட்டுப் பால் கொடுப்பது குறையும்.

அரிதாக, இடது பக்க இடநழுவல் ஏற்பட்ட சில மாடுகள், பாதிக்கப்பட்டதற்கு எந்தவித அறிகுறியும் தோன்றாது.

முன்பக்க அபமேச இடநழுவல்: இதில் மேற்கூறிய எல்லாவித அறிகுறிகளும் இருக்கும். அசைவயிறு எப்பொழுதும் போல் இருக்கும்,

ஆய்வகக் கண்டுபிடிப்புகள் (Clinical pathology):

1. இரத்தத்தில் வேறுபாடு எதையும் கண்டுபிடிக்க முடியாது.
2. சிறுநீரில் கீட்டோன் பொருள் (Ketonuria) இருக்கும்.
3. அபமேசத்தில் இருக்கும் நீர்மத்தில் பி.எச் = 2. (pH = 2) ஆகவும், ஒரு செல் உயிரிகள் (Protoza) எதுவும் இல்லாமலும் இருக்கும்.
4. பெரும்பாலும் அபமேசம் நீர்மமின்றி இருக்கும்.

பிணக்கூற்று ஆய்வு (Necropsy findings):

1) அபமேசத்தில் காற்றும் நீர்மமும் இருக்கும்.

2) அபமேசத் தோல் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டி இருக்கும்.

நோய் அறி முறை (Diagnosis):

(1) இடது அபமேச இட நழுவல் கன்று ஈன்ற சில நாட்களில் தோன்றும்.

(2) இடது பக்க வயிறு பட்டையாகவோ, நேராகவோ தோன்றும்.

(3) இரண்டாம் நிலை கீட்டோசிஸ் இருக்கும் (Secondary Ketosis). முதல் நிலை கீட்டோசிஸ் (Primary Ketosis) கன்று ஈன்ற 2 முதல் 6 வாரங்களுக்குப் பிறகே ஏற்படும். இரண்டாம் நிலை கீட்டோசிஸ் சிகிச்சைக்கு முதலில் குணம் அடைவது போல் தோன்றினாலும் முற்றிலும் குணம் அடையாது.

(4) அதிகப் பால் உற்பத்தி செய்யும் மாடுகளுக்கு மட்டுமே ஏற்படும்.

சிகிச்சை (பண்டுவம்) (Treatment):

1. கால்நடை மருத்துவரின் ஆலோசனையுடன் உருட்டுதல். அசைவயிறு சிறிதாக இருக்கும்பொழுது இம்முறை பயன் உள்ளதாக இருக்கும்.

2. சில சமயங்களில் தீவிர உடற்பயிற்சிக்குப் பிறகு (Violent exercise) குணம் அடையலாம்.

3. மேற்கூறிய முறைகளைவிட அறுவைச் சிகிச்சையின் மூலம் சரி செய்தலே சிறந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது.

4. பாதிக்கப்பட்டவுடன் சிகிச்சை அளிப்பது நன்று. இல்லையேல் சில சமயங்களில் திடீர் இறப்பு ஏற்படலாம்.

தடுப்பு முறை: இடது அபமேச இடநழுவலுக்குத் தெளிவான காரணங்கள் தெரியாததால் முன்கூட்டியே தடுப்பு முறையைக் கடைப்பிடிப்பது சிரமமாக இருக்கும். கன்று ஈன்ற காலத்தில் தானிய வகைத் தீவனத்தால் உண்டாகும் அபமேச அசைவின்மை ஒரு முதன்மைக் காரணமாக இருக்கின்றது. செரிமானக் கோளாறுக்குக் காரணமான திடீர் தீவன மாற்று முறையைக் கன்று ஈன்ற காலத்தில் கைவிடல் வேண்டும். தீவனத்தில் தானிய வகையைக் குறைத்து, வைக்கோல், புல் போன்றவை அதிகம் கொடுக்க வேண்டும்.

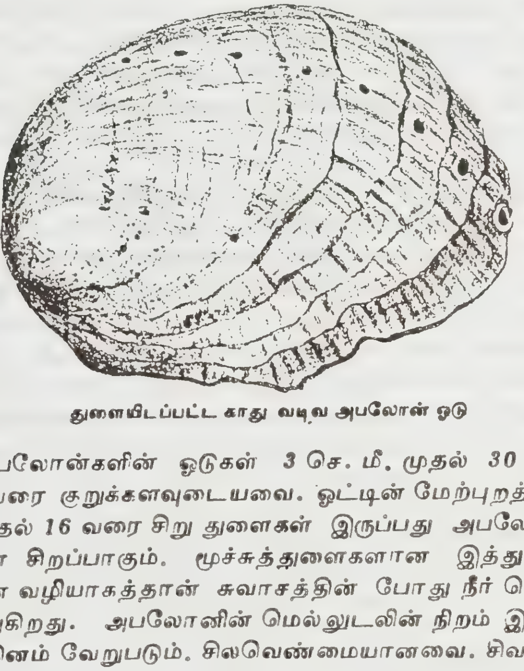
ம.சு.

அபலோன்

அபலோன் (Abalone) என்பது ஒரு வகைக் கடல் வாழ் நத்தையாகும். இதன் ஓடுகள் விரிந்து, தட்டையாய்க் காதுமடலையொத்திருப்பதால் கடற்செவிகள் (Sea ears) அல்லது செவிச் சிப்பிகள் (Ear shells) எனவும்

அழைக்கப்படுகின்றது. இது அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் 'அபலோன்' என்றும், இங்கிலாந்தில் 'ஆர்மர்' (Ormer) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது.

அபலோன்கள் கரையையொட்டிய பாறைகளில் ஒட்டி வாழ்கின்றன. இவை பசிபிக், அட்லாண்டிக், இந்தியப் பெருங்கடல்பகுதிகளில் காணப்படினும், ஆஸ்திரேலியா, ஜப்பான், வட அமெரிக்காவின் மேற்குக் கரைப்பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இந்தியப் பெருங்கடலில் வங்காள விரிகுடா, அரபிக்கடல், அந்தமான் நிக்கோபார் தீவுகளிலும் ஓரளவிற்குக் காணப்படுகின்றன. அபலோன்கள், 'மெல்லுடலிகள்' தொகுதியில் 'வயிற்றுக்காலிகள்' என்னும் வகுப்பில் 'ஹலியோட்டிஸ்' (Haliotis) என்னும் ஒரே பேரினத்தைச் சேர்ந்தவை. இவற்றுள் சுமார் 70 இனங்கள் உள்ளன. ஹலியோட்டிஸ் ஆசினிய (H. asinia) என்னும் இனத்தின் ஓடுகள் கழுதையின் காதையொத்திருப்பதால், இவை 'கழுதைக்காது அபலோன்' (Donkey's ear abalone) என்றழைக்கப்படுகின்றன.



துளையிடப்பட்ட காது வடிவ அபலோன் ஓடு

அபலோன்களின் ஓடுகள் 3 செ. மீ. முதல் 30 செ. மீ. வரை குறுக்களவுடையவை. ஓட்டின் மேற்புறத்தில் 5 முதல் 16 வரை சிறு துளைகள் இருப்பது அபலோன்களின் சிறப்பாகும். மூச்சுத்துளைகளான இத்துளைகளின் வழியாகத்தான் சுவாசத்தின் போது நீர் வெளியேறுகிறது. அபலோனின் மெல்லுடலின் நிறம் இனத்திற்கினம் வேறுபடும். சிலவெண்மையானவை. சிவப்பு, இளஞ்சிவப்பு, பச்சை, நீலம், ஊதா, கறுப்பு முதலிய பல நிறங்களும் சிலவற்றில் காணப்படுகின்றன. மேலும் ஒரே ஓட்டில் பல நிறங்களைக் கொண்ட பன்னிற அபலோன் (H. Diversicolor) இனமுமுண்டு. அபலோன் ஓட்டின் நிறம் பிலின் (Bilin) எனப்படும் பித்தநீரில் உள்ள ஒருவித நிறமியினால் ஏற்படுகிறது. மேலும் செந்நிற அபலோன்களின் ஓட்டின் நிறம், அவை உண்ணும் உணவிற்கேற்பச் சிறிது மாறுபடுவதுண்டு. அபலோன்களின் ஓடுகள் சுண்ணாம்பினால் ஆனவை. ஓட்டின் மேற்புறத்தில் கான்கின் (Chonchin) எனப்படும் புரதப்படிவம் உள்ளது. அபலோன்கள் வலுவான பாதத்தசைகளின் உதவியால் பாறைகளில் ஒட்டி வாழ்கின்றன. மேலும் அவற்றின் பாதத்தைச் சுற்றி ஒரு வித தபிசுபிசுப்பான திரவம் சுரந்து பாதத்தைக் காற்றுப் புக முடியாமல் பாறையில் பதிக்கிறது. எதிர்பாராமல் இவற்றினை எளிதில் பெயர்த்து எடுத்துவிடலாமெனினும், முயன்று இவற்றைப் பெயர்ப்பது கடினம். சிலவகைப் பெரிய அபலோன்கள் இவ்விதம் ஒட்டியிருக்கும் போது 500 கி.கி. எடையைக் கட்டியிழுத்தாலும் பெயர்வதில்லை. அபலோன்கள் தாம் வாழும் பாறைகளில் வளர்ந்துள்ள கடல் தாவரங்களைச் சுரண்டி உண்ணுகின்றன. அபலோன்களை நட்சத்திர மீன்கள் உணவாகக்கொள்கின்றன. சிலவகை நண்டுகள், புழுக்கள் முதலியன அபலோனின் ஓடுகளில் ஒட்டி வாழ்கின்றன.

அபலோன்களில் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்தனியாக உள்ளன. பெண் அபலோன் உருவத்தில் சற்றுப் பெரியது. இவை பெரும்பாலும் கோடைப்பருவத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. பெண் அபலோன்கள் முட்டைகளைக் கடல் நீரில் இடுகின்றன. முட்டைகள் ஓட்டின் மேல் உள்ள மூச்சுத் துளைகள் மூலம் வெளிவருகின்றன. கருவுறாத இம்முட்டைகளின் மேல் ஆண் அபலோன்கள் விந்தணுக்களையிடுகின்றன. கருவுறுதல் நீரில் நடக்கிறது. கருவுற்ற முட்டைகள் பொரிந்து தாமே நீந்தும். முட்டை பொரிந்து 'டிரொகோபோர்' (Trochophore) என்னும் இளம் உயிரி வெளிவருகிறது. இது பின்னர் 'வெலிஜர்' (Veliger) என்னும் இளம் உயிரியாக உருமாறிப் பின்னர் முழு வளர்ச்சி அடைகிறது.

அபலோன்கள் மக்களுக்குப் பல வழிகளில் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் ஓடுகள் பொத்தான்கள், ஆபரணங்கள் செய்யவும், அலங்காரப் பொருளாகவும் பயன்படுகின்றன. பசிபிக் கடல் தீவுகளில் வாழ்ந்த இந்தியர்கள் இவற்றை நாணயமாகவும் பயன்படுத்தி வந்தனர். ஜப்பான், கொரியா, அமெரிக்கா, (குறிப்பாகப் பசிபிக் கடல் பகுதி) ஆஸ்திரேலியா முதலிய நாடுகளில் அபலோன்களின் சதை உணவாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. அபலோனின் சதையில் கொழுப்பு, புரதம் முதலிய சத்துகளும், கால்சியம், மக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம், இரும்பு, செம்பு முதலிய தாதுக்களும் அதிக அளவில் உள்ளன. சேகரிக்கப்படும் அபலோன்கள் சிமிட்டி பூசிய தரையில் இடப்பட்டு அவற்றின் தசைகள் தளர்வடைந்த பின்னர் ஓடுகள் நீக்கப்படுகின்றன. பின்னர் குடல்கள் போன்ற உள்ளுறுப்புக்கள் நீக்கப்பட்டு, சிறு துண்டுகளாக வெட்டப்பட்டுப் பக்குவப்படுத்தப்படும். பக்குவப்படுத்தப்பட்ட தசைகள் ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன. அபலோனின் சதைப் பகுதி நம் நாட்டில் இன்னும் உணவாகக் கருதப்படவில்லை. ஆனால் ஜப்பான், கொரியா, ஆஸ்திரேலியா, தென் ஆப்பிரிக்கா, அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளில் இவை வணிக முறையில் பிடிக்கப்படுகின்றன. ஆண்டுக்கு டன் கணக்கில் பிடிக்கப்படுவதால், இவை அழிந்து விடாது பாதுகாப்பதற்கெனப் பலவரையறைகள் இயற்றப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, அள்வு

நிர்ணயம், பிடிச்குமிடங்களின் ஆழ நிர்ணயம், இனப் பெருக்கக் காலங்களில் இவற்றைப் பிடிக்கத் தடை போன்றவை ஆகும்.

எம்.உ.

நூலோதி

1. Hyman, L.H, The Invertebrates. Vol. VI, Mollusca I., McGraw-Hill Book Co., New York, 1967.
2. Firth, F.E. (Ed), *The Encyclopaedia of Marine Resources*., Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1969.

அபிரகி மின் காப்பீடு

பல அடுக்கு அபிரகிமின்காப்பீடு (micanite insulation) நாரொடு பிணைந்த அபிரகப் பாளங்களைத் தகுந்த முகமைப் பொருள்களுடன் (agents) சமைத்துச் செய்யப்படுகிறது.

அபிரகம் என்பது மெல்லிய அடுக்குகளாலான கனிம வகைப் பொருள் தொகுதி ஆகும். இந்தத் தொகுதியில் உள்ள பலவகைப் பொருள்களில் மின்காப்பிடுவதற்கு மஸ்கோவைட் பிலோகொபைட் வகை மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது உயர் மின்னியல்புகளும் உயர் வெப்ப எதிர்ப்பும், நிலைத்த வேதியியல் தரமும், நீர் உறிஞ்சும் இயல்பும் உடையதாகும். இதன் மென்படலங்கள் நெளிவும் வலிமையும் வாய்ந்தவை.

அபிரகப் பிரிகைகள் (Mica splittings) என்ற அபிரக அடுக்குகள் பரப்பைப் பொறுத்து ஒன்பது வகைகளாகவும். தடிப்பைப் பொறுத்து நான்கு வகைகளாகவும் பிரிக்கப்படுகின்றன. பெரிய அளவு அடுக்குகளைப் பிரித்தெடுத்தல் துகளிலிருந்து மின்காப்புப் பொருள் செய்யும் முறைகள் மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இவற்றிற்கான அபிரக அடிப்பொருள்கள் பின்வருமாறு செய்யப்படுகின்றன. அபிரகம் 800°C வரை வெப்பப் படுத்தப்படுகிறது. இந்நிலையில் இது 50% படிக நீரை இழக்கும். பின்னர் இது சோடாக் கரைசலில் தோய்க்கப்படுகிறது. இப்போது இதன் படிகநிலை தளர்ந்து விடும். இத்தளர்ச்சியை அதிகமாக்கக் கந்தக அல்லது ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்ப்பர். இப்படி உருவாக்கப்பட்ட அபிரகக் கட்டியிலிருந்து அபிரகத் தாள் அட்டை செய்யப்படுகிறது. இதிலிருந்து மறு அமைப்புப்படுத்திய அபிரகிகள் (Reconstituted Micanite) செய்யப்படுகின்றன.

இந்த அபிரகிகள் அபிரகப் பிரிகைகளைப் போன்றே சீரான தடிப்பும் துளையில்லா அமைப்பும் உள்ள உயர் மின்காப்பு வலிமையும், சிறிய நுண்ணிய அழுத்திகளைக் கொண்டு செய்ய முடியுந்திறனும் உள்ளவை.

மின்பொறிகளில் பரவலாகப் பயன்படும் மின்காப்பீடு அபிரக நாடாவாகும். இது தரையடி மின்காப்புக்கும் சுற்றிடை மின்காப்புக்கும் உதவுகிறது. அபிரக நாடா இரண்டு அடுக்கு சிறப்பு அபிரக நாடாத் தாளால் மூடப்பட்ட அபிரகப்பாள அடுக்கால் ஆனது. 0.08 மி.மீ. தடிப்புள்ள நாடா ஒருபுறம் மட்டும் நாடாவைப் பெற்றிருக்கும். தாளுக்குப்பதில்பட்டினைப்பயன்படுத்தினால் அபிரகப் பட்டுக் கிடைக்கும். அபிரகப் பாளத்தை இருபுறமும் கண்ணாடிநார் நாடாவால் மூடிப் பிணைத்தால் கண்ணாடி அபிரக நாடா கிடைக்கும்.

அபிரகத்தின் தரத்தையும் பிணைப்புக் குழைவணத்தையும் மின்காப்பு வலிமையையும் பொறுத்து அபிரக நாடா பல தரவகைகளில் செய்யப்படுகிறது. இது 0.08 மி.மீ. முதல் 0.17 மி.மீ வரை தடிப்புகளில் கிடைக்கிறது. 0.08 மி.மீ. தடிப்புள்ள நாடா பல வகையாகவும், பிற தடிப்புள்ள நாடாக்கள் உருளைகளாவும் கிடைக்கின்றன.

மாற்றியமைத்த அபிரகநாடா (Reconstituted Mica Tape). இது குளிர்வான நிலைமைகளில் ஒரு நெளிவான மின்காப்பு ஆகும். இதில் ஈரடுக்குத்தாள் அல்லது கண்ணாடித் துணியிடையில் குழைவணத்தால் பிணைக்கப்பட்ட மாற்றியமைக்கப்பட்ட அபிரகத் தாள் இருக்கும்.

அபிரகத்தாள் (Mica Folium). இது ஷெல்லாக்கு அல்லது எண்ணெய் கிளிப்புதால் (glipthal) குழைவணத்தால் தொலைபேசித் தாளுக்குப் பிணைக்கப்பட்ட இரண்டு அல்லது மூன்று அடுக்குப்பாளங்களால் ஆனது. இது 0.15 முதல் 0.3 மி.மீ. வரை தடிப்புள்ள உருளைகளாகக் கிடைக்கும். வெப்பப்படுத்தினால் இதன் நெளிவு அதிகமாகும். இது நிலையகம் (stator) அல்லது சுற்றகத்தின் (rotor) சுருள் அல்லது சட்டங்களில் (bars) காடிப்பகுதிகளுக்கும் நழுவுவலய (slip ring) மரையாணிகளுக்கும் மின்காப்பிடப் பயன்படும்.

கண்ணாடிநார் அரபிகத்தாள் (Glass Mica paper). இது கண்ணாடிநார்த் துணியை அபிரகத்தாளுக்குப் பின்புறம் ஒட்டிச் செய்யப்படுகிறது. இது வெப்ப எதிர்ப்பு மிக்கது. மின்பொறிகளில் காடிகளுக்கு மின்காப்பிட உதவுகிறது.

மாற்றியமைக்கப்பட்ட அபிரகத்தாள் (Reconstituted Mica paper). இது இரண்டு அல்லது மூன்று அடுக்கு அபிரகத்தாள்களைக் குழைவணத்தால் ஒட்டி ஒரு தாள் அல்லது கண்ணாடிநார்த் துணியை அவற்றின் பின்புறமாக ஒட்டிச் செய்யப்படும். இதை வெப்ப மூட்டினால் நெளிவு மிகும் 0.1 முதல் 0.25 மி.மீ வரையுள்ள தடிப்புகளில் கிடைக்கும்.

அழுத்தம் தராமலும் சூடுபடுத்தாமலும் பிணைப்பு அபிரகப் பாளங்களால் செய்யப்படும் கனத்தாள் பொருள்களை அபிரகி என்ற பெயர் குறிப்பிடுகிறது. சீரான தடிப்பிற்காக இவை சில வகையினங்களில்

மட்டும் அழுத்தப்படுகின்றன; அரைக்கவும் படுகின்றன. சில அழுத்தப்படுகின்றன; ஆனால் அரைக்கப்படுவதில்லை. சில அரைக்கப்படுவதுமில்லை; அழுத்தப்படுவதுமில்லை.

பயன்படும் முறையைப் பொறுத்து அபிரகிகள் வார்ப்படவகை, நெளிவு வகை, இடநிரப்பு வகை, மின்திரட்டி வகை அபிரகிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

வார்ப்பட அபிரகி (Forming Micanites). இந்த மின்காப்புப் பொருள் திரட்டியின் கழுத்துப்பட்டை (Commutator collar) உறைகள், குழாய்கள், உருளைகள், ஓரவிளிம்புப் பட்டைகள் (Flanges) போன்ற உறுப்புக்களை வார்ப்படங்களில் வார்த்துச் செய்ய ஏற்றபடி 0.1 மி.மீ. முதல் 1.5 மி.மீ. வரையுள்ள தடிப்புகளில் செய்யப்படுகிறது. உயர் வெப்பநிலைப் பொறிகள் சிலிக்கோன் குழைவணம் பிணைந்த வார்ப்பட அபிரகிகளைப் பயன்படுத்துகின்றன.

மாற்றிய வார்ப்பட அபிரகி (Reconstituted forming micanite). இது குழைவணத்தால் நன்கு பிணைக்கப்பட்ட பல அடுக்குகள் உள்ள மாற்றியமைக்கப்பட்ட அபிரகித் தாளாலானது. இது ஒருபுற பின்னொட்டுடனோ, இருபுற ஒட்டுடனோ, ஒட்டின்றியோ கிடைக்கிறது. 0.1 முதல் 1.0 மி.மீ. வரையுள்ள தடிப்புகளில் கிடைக்கிறது.

நெளிவு அபிரகி (Flexible Micanite). இது மின்பொறிகளின் காடிகளிலும் சுற்றிடையிலும் மின்காப்பிடப் பயன்படுகிறது; பல்வேறு பிணைப்புகளுக்குப் புற உறையாகப் பயன்படும்; 0.15 முதல் 0.5 மி.மீ. வரையுள்ள தடிப்புகளில் செய்யப்படுகிறது. செய்யப்பட்ட நேரத்திலிருந்து 60 நாட்கள் வரை அறை வெப்பநிலையில் நெளிவுடையதாய் இருத்தல் இதன் சிறப்பியல்பாகும். நெளிவு அபிரகி பிரியாமலும் பாளமாக வெடிக்காமலும் இருக்க, இதன் மேல் தொலைபேசித் தாளோ அபிரக நாடாவோ ஒட்டப்பட்டிருக்கும். உயர் வெப்ப எதிர்ப்பு வேண்டுமெனில் காரமற்ற கண்ணாடி நார்த்துணியை இதன்மேல் ஒட்டலாம்.

மாற்றியமைக்கப்பட்ட நெளிவு அபிரகி (Reconstituted Flexible Micanite). இது இருபுறமும் அபிரக நாடாத் தாளால் பிணைக்கப்பட்ட பல அடுக்கு அபிரகத் தாளாலானது. வெப்ப எதிர்ப்பு வகையில் சிலிக்கோன் குழைவணத்தால் கண்ணாடிநார்த் துணி கொண்டு இருபுறமும் பிணைக்கப்படும்.

புறஉறை அல்லது இடநிரப்பு அபிரகி (Liner or Spacer Micanite). இது 0.5 முதல் 5 மி. மீ. வரை தடிப்புகள் உள்ள அரைத்த அல்லது அரைக்காத தடிப்புத் தாள்களால் செய்யப்படுகிறது. இது சமத்தட்டையான சுருணைகளுக்கிடையில் இடநிரப்பியாகப் பயன்படுகிறது. இது சுருளால் தட்டையாகச் சுற்றப்பட்ட புலச் சுருணைகளின் அடுக்குகளுக்கிடையில் பயன்படும்.

வாலைவடிப்பு இடநிரப்பி வகை மாற்றியமைக்கப்பட்ட அபிரகி (Decant process spacer reconstituted Micanite) இது ஒரு கடினமான தடிப்புத் தாளாகும். இது மஸ்கோவைட் அபிரகப் பிரிகைகளாலும் சிலிக்கோன் பிசினாலும் சிறப்புச் செயல்முறையால் செய்யப்பட்ட நீர்-அபிரகப் பிசின் குழம்பை வாலையில் வடித்துச் செய்யப்படுகிறது.

திரட்டி அபிரகி (Commutator Micanite). இது 0.4 முதல் 1.5 மி.மீ. வரை பல தடிப்புகளில் செய்யப்படுகிறது. இது திரட்டிச் (Commutator) சட்டங்களுக்கிடையில் பயன்படுகிறது இதனால் திரட்டிகளைப் பூட்டும்போது அழுத்துகையில் குழைவணம் ஓடிப் பிதுங்காமல் காக்கப்படுகிறது.

வாலைவடித்த, திரட்டி வகை மாற்றியமைக்கப்பட்ட அபிரகி (Decant process commutator reconstituted micanite). இது இடநிரப்பு வகையைப் போலவே செய்யப்படுகிறது. அபிரகி மின்காப்பு உயர்வெப்ப எதிர்ப்புத்திறமுடையது. கனிமஅடி எண்ணெய்க் குழைவணத்தைப் பின்புறத்தில் ஒட்டினால் இது B வகுப்பு மின்காப்பாக மாறும். சிலிக்கோன் குழைவணக் கனிம அடியைப் பின்புறத்தில் ஒட்டினால் இது H அல்லது F அல்லது C வகுப்பு மின்காப்பாக மாறும்.

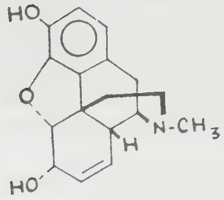
நூலோதி

1. **Vinogradov, N.**, *Electrical Machine Winder*, Third Edition, Mir Publishers, Moscow, 1982.

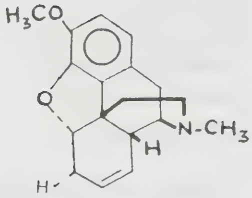
2. **Tareev, B. M.**, *Electrical and Radio Engineering Materials*, Mir Publishers, Moscow, 1980.

அபின்

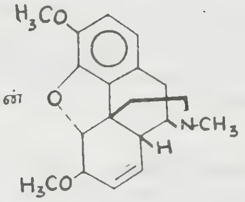
அபின் (Opium) அல்கலாய்டுகள், பாப்பியின் (Papaver somniferum) முதிராத விதைகளிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. இதன் விதைகளிலிருந்து கிடைக்கும் சாறு அல்லது லாட்டக்ஸ் (Latex) முதலில் வெள்ளையாகவும், பாகு போன்றும் இருந்தாலும், பின்னர் காற்றில் திறந்து வைக்கும்போது கட்டியாகவும், மாநிறமாகவும் மாறிவிடுகிறது. இத்தகைய பதப்படுத்தப்படாத அபினிலிருந்து மருத்துவத்திற்குத் தேவையான அல்கலாய்டுகளைப் பெறுவதற்காக இது மீத்தூய்மை (Refining) செய்யப்படுகிறது. மீத்தூய்மை செய்யப்பட்ட அபினில், மார்ஃபீனின் (Morphine) அளவு 5-20 சதவீதம் வரையில் உள்ளது. மேலும் மார்ஃபீனைத் தவிர இதில், கோடின் (Codeine), நார்க்கோட்டின் (Narcotine), பெப்பாவரின் (Papaverine) போன்ற அல்கலாய்டுகளும் உள்ளன.

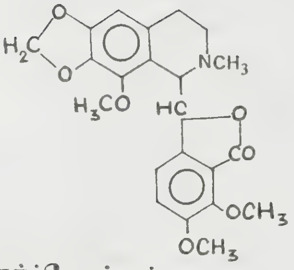


மார்ஃபின்

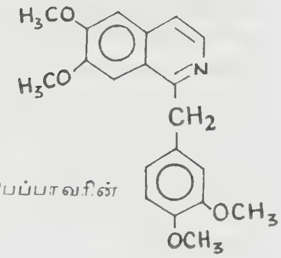


கொடியின்

திபெயன்




நார்க்கோட்டின்



பெப்பாவரின்

அபினிலிருந்து கிடைக்கும் அல்கலாய்டுகள் அவற்றின் வேதியியல் அமைப்புகளைக் (chemical structures) கொண்டு கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. அய்சோகுயினோலின் தொகுதி —
பெப்பாவரின் (papaverine)
லாடனோசின் (laudanosine)
முதலானவை

2. ஃபினான்த்ரின் தொகுதி (phenanthrene group)
மார்ஃபீன்

மார்ஃபீன் டைஅசெட்டேட், ஹிராயின் (heroin) என்று வழங்கப்படுகிறது. மார்ஃபீனில் உள்ள ஃபினாலிக் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியை மெதில் அயோடைடு, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கொண்டு மெதிலேற்றம் (methylation) அடையச் செய்வதால் கோடின் அல்கலாயிடும், மார்ஃபீனில் உள்ள மற்றுமொரு ஆல்கஹாலிக் ஹைட்ராக்சைடும் மெதிலேற்றம் அடையச் செய்வதால் திபெய்ன் (thebaine) என்ற அல்கலாயிடும் கிடைக்கின்றன. (காண்க. அல்கலாய்டு)

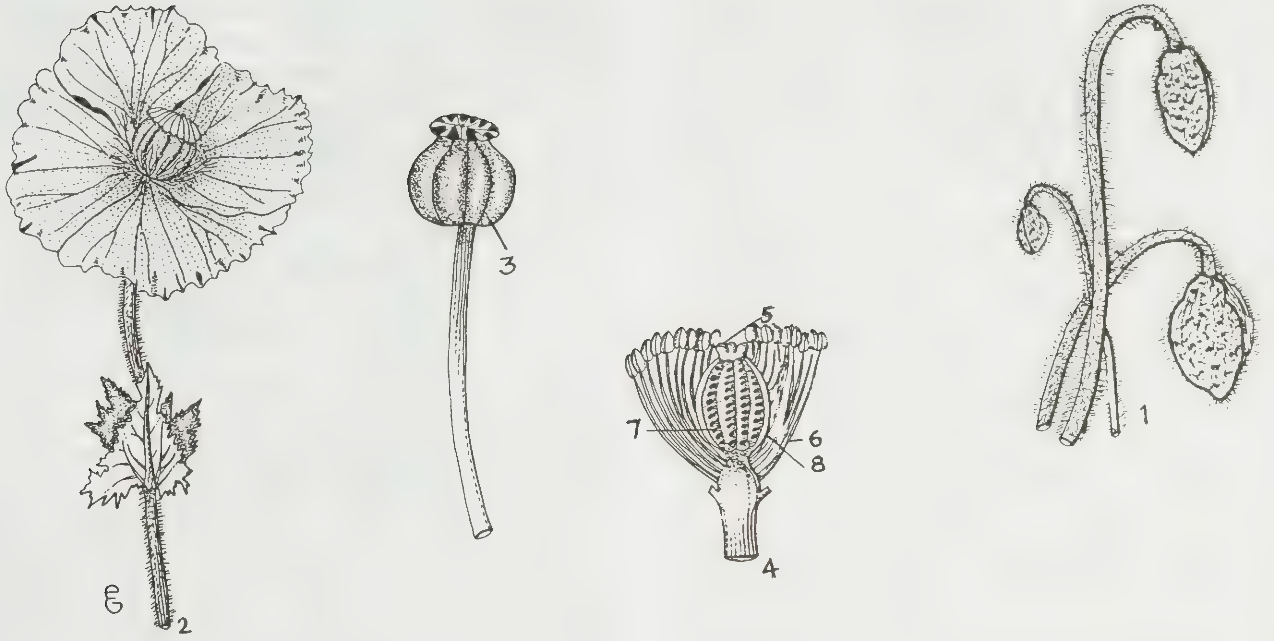
நூலோதி

The New Caxton Encyclopaedia, Vol 14, The Caxton Pub Co. Ltd. London 1977.

அபினி

இதற்குக் கசகசா செடி என்று மறுபெயருண்டு. தாவரவியலில் இதற்குப் பப்பாவர் சோம்னிஃபெரம் (Papaver somniferum Linn.) என்று பெயர். ஆங்கிலத்தில் ஒப்பியம் பாப்பி (Opium Poppy) என்றும், வெள்ளைப் பாப்பி (White Poppy) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது இருவிதையிலை அல்லி இணையா (Polypetalous) பப்பாவரேசி (Papaveraceae) குடும்பத்தைச்சேர்ந்தது. பப்பாவர் (Papaver) என்றபேரினத்தில் (Genus) மொத்தம் ஆறு சிற்றினங்கள் (Species) இந்தியாவிலுள்ளன. இவற்றில் மூன்று வெளிநாட்டைச் சார்ந்தவையாகும். அபினி என்பது கனி, விதைகள் ஆகியவற்றிலிருந்து கிடைக்கின்ற பொருளைக் குறிக்கின்றது. இதன் தோற்ற மையம் (Centre of origin) மேற்கு மத்திய தரைக்கடல் பகுதியென்றும், இங்கிருந்து இது பால்கன் (Balkan) வழியாக ஆசியா மைனர் (Asia minor) வரை பரவியிருக்கக் கூடும் என்றும் கருதப்படுகின்றது. இது இத்தாலி, கிரிஸ், ஆசியா மைனர் ஆகிய நாடுகளில் தொன்று தொட்டுப் பயிராக்கப்பட்டு வந்ததாகவும், அராபியர்களால் மற்ற நாடுகளுக்குப் பரப்பப்பட்டதாகவும் கூறப்படுகின்றது. மேலும் இது கிழக்கு நோக்கிப் பெர்சியா (Persia), இந்தியா, சீனா, ஆசியா ஆகிய நாடுகளுக்கு எட்டாம் நூற்றாண்டில் பரவிப் பிறகு ஏனைய நாடுகளுக்கும் பரவியதாகக் கூறப்படுகின்றது. இந்தியா, துருக்கி, ருஷ்யா, யுகோஸ்லோவிகியா, பல்கேரியா, ஆப்கானிஸ்தானம், பாக்கிஸ்தான், ஜப்பான், ஹங்கேரி, இத்தாலி, ஸ்பெயின், சுவிட்சர்லாந்து முதலிய நாடுகளில் இது பயிராக்கப்படுகின்றது. இந்தியாவில் உத்திரப்பிரதேசம், மத்தியப்பிரதேசம், ராஜஸ்தான், பஞ்சாப், காஷ்மீர் ஆகிய மாநிலங்களில் இது பயிர் செய்யப்படுகிறது. இந்தியாவில் 50,000 ஹெக்டேர் பரப்பில் இது பயிராகிறது.

சிறப்புப்பண்புகள் இது பெரும்பாலும் நிமிர்ந்து 60-120 செ.மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடிய ஒருபருவப் பயிராகும் (Annual). இதன் இலைகள் முட்டை நீள்வடிவத்தையோ (Ovate-oblong), குறுகிய நீள் வடிவத்தையோ (Linear-oblong) பெற்றிருக்கும்; இலைகளினடி அதனதன் கணுக்களைச் சுற்றிச்சூழ்ந்திருக்கும் (Amplexicaul). இலைகளின் வரம்புகள் பிளவுற்றவை, பக்கக் கூர்பல்லுள்ளவை (Dentate) அல்லது நுனிக்கூர்பல்லுள்ளவை. (Serrate). இது லேடக்ஸ் (Latex) என்ற வெண்ணிறத் திரவத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. இதன் மலர்கள்



1. பூ மொட்டுகள் 2. மிலார் 3. கனி 4. பூவின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம் 5. சூலக முடி
6. மகரந்தத்தாள் 7. சூல் 8. சூற்பை

பெரியவை; பெரும்பாலும் நீலங்கலந்த வெண்ணிறத்துடனும் அவற்றின் உட்புறத்தின் அடி பழுப்புக்கலந்த சிவப்பு நிறம் அல்லது வெவ்வேறு நிறத்துடனும் காணப்படும். பூக்காம்பு (Pedicel) நீண்டிருக்கும். கனி பெரியது, 2.5 செ.மீ. அகலமுடையது. முதிர்ந்த கனிகளின் நுனிக்குக் கீழ்ப்பகுதியில் அதாவது படுகையிலிருக்கின்ற சூலகமுடிகளுக்குக் கீழ்ப்புறமாகப் பல துளைகள் உண்டாகி அவற்றின் மூலம் விதைகள் இதற்கே உரித்தான தனிப்பட்ட முறையில் வெளிப்படுகின்றன. கனிகளின் நீண்ட காம்புகள் காற்றில் அசையும் பொழுது விதைகள் துளைகள் வழியாக வெளிப்படுகின்றன. விதைகள் சிறியவை, வெண்மை அல்லது கருமை நிறமுடையவை, சிறுநீரகம் போன்ற வடிவத்தை (Reniform) உடையவை.

பயிரிடும் முறை : அரசு அங்கீகாரம் பெற்ற பின்னர்தான் இதைச் சாகுபடி செய்ய முடியும். இதற்கு நல்ல வடிகால் வசதி உள்ள மணற்பாங்கான லோம் (Loam) ஏற்றது. ஆனால் அது உரச்சத்துக்கள் மிகுந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும். குளிரும் குளிர்ப்பகுதிகளும் உகந்தவையல்ல. இது அதிக நீர்த்தேக்கத்தைத் தாங்காது. இதற்குக் காற்றுவீசக்கூடிய பகுதிகளும் ஏற்றவையல்ல. இதற்குப் பாஸ்ஃபேட், நைட்ரஜன் உரங்கள் இட வேண்டும். நவம்பர்-டிசம்பர் மாதங்கள் விதைப்பதற்கு ஏற்றவை. விதைகள் நிலத்தில் நேரடியாக விதைக்கப்பட்டு நீர் பாய்ச்சப்படுகின்றது. இவை 10-15 நாட்களில் நன்றாக முளைத்துவிடும். இது பிப்ரவரியில் மலரும்; மலர்ந்த 15 நாட்களில் காய்க்க ஆரம்பித்துவிடும். காயின் நிறம், பச்சையிலிருந்து சற்றுச் சாம்பல் நிறமாக மாறும்.

அபின் எடுக்கும் முறை : முற்றிய காய்களின் மேற்பகுதியில் கத்தியால் இலேசாகக் கீறிவிட வேண்டும். இவ்வாறு செய்தபின் பால்போன்ற ஒருவகையான திரவம் வெளிவரும். அதை இரவு முழுவதும் அப்படியே விட்டு வைத்து, மறுநாள் காலையில் சூரிய உதயத்திற்கு முன் சுரண்டி எடுத்து மண் அல்லது தகரப்பாத்திரங்களில் வைக்க வேண்டும். இது களிமண் போன்ற நிறத்தில் காணப்படும்; காய்ந்தவுடன் சாக்கலட் நிறமாக மாறும். இவ்வாறு தினந்தோறும் சேகரிக்கப்பட்ட அபினியை 10 நாள் வரை வைத்திருந்து நீர் வடியக் காயவைத்தால், அதிலிருந்து எண்ணெய் போன்ற திரவப் பொருள் வெளிப்பட்டு நிற்கும். அதைத் தனியாகச் சேகரித்து வைப்பார்கள். இதுதான் அபின். காய்களில் அபின் 10.6 விழுக்காடும், அவற்றின் சக்கையில் 1.6 விழுக்காடும் உள்ளது. அபின் தவிர, செடியிலிருந்து ஏறத்தாழ 600 கிலோ கிராம் விதைகள் கிடைக்கின்றன. அபின் விதைகள் மிகவும் சிறியவை. அபினை எடுத்தவுடன் அபினிச் செடிகள் களையப்பட்டு, விதைகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. காயவைத்து விதைகளை எடுத்தபின், மிஞ்சும் சக்கையிலிருந்தும் அபின் தயாரிக்கலாம். நச்சுத்தன்மை பெற்றுள்ளதால் இது கால்நடைகளுக்கு ஏற்றதன்று. ஆனால் காகிதம், அட்டை முதலியன செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு : பெரும்பாலும் அபின் ஒரு போதைப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அபின் சுத்தம் செய்த பிறகு மார்ஃபின் (Morphine) ஆகிறது. இதுதான் நேரடியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அபினிலிருந்து மார்ஃபின் தயாரிக்கும் முறை மிகவும் இரகசியமாகக் காப்பாற்றப்பட்டு வருகிறது. மார்ஃபின் வெண்மையான ஊசி போன்ற படிகங்களாகும் (Crystals); நீரில் ஓரளவு கரையக்கூடியது; ஆனால் சாராயத்தில் முழுவதும் கரையக்கூடியது. அபினில் 26 வகையான மார்ஃபின்கள் உள்ளன. இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, ருஷ்யா, பிரான்சு, ஜெர்மனி, ஹங்கேரி (Hungary), நெதர்லாண்டு, போலண்டு ஆகிய நாடுகள் மட்டுமே அபினிலிருந்து மார்ஃபின் தயாரிக்கின்றன. அபின் விதைகளில் 50 விழுக்காடு எண்ணெய்ச்சத்து உள்ளது. எண்ணெய் மஞ்சள் நிறமானது; பாதாம் எண்ணெய் போன்று நல்ல மணம் உடையது. எளிதில் கெடுவதில்லை. இதைச் சமையல் எண்ணெயாகவும் பயன்படுத்தலாம். சோப்பு, வர்ணம் (Paint), வார்னீஷ் (Varnish) முதலியன செய்யவும் பயன்படுத்தலாம். அபின் விதைப்பிண்ணாக்கு மிகவும் பயனுள்ளது. இதற்கு நச்சுத் தன்மை கிடையாது. ஆதலால் மாட்டுத் தீவனமாகப் பயன்படுகிறது. ஆனால் நச்சுத்தன்மையுள்ள காயின் தோல்கள் அதில் கலக்க நேரிட்டால் கால்நடைகளுக்குத் தீமையேற்படும். மார்ஃபினிலிருந்து சில மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வயிற்றுப்போக்கு (Diarrhoea), செரிப்பின்மை (Dyspepsia), சில தோல் சம்பந்தமான நோய்கள், புண்கள், பூச்சிகள் போன்றவற்றிற்கான மருந்துகள் மார்ஃபின் கூட்டுடன் தயாரிக்கப்படுகின்றன. கசகசா என்று கூறப்படும் அபின் விதைகள் உணவுக்கு மணம் ஊட்டியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அபின் மன ஆறுதல் பெறுவதற்கும், இருதயத் துடிப்பைத் தடுப்பதற்கும், தூக்கமருந்தாகவும் மருத்துவத் துறையில் பயன்படுகின்றது. இதுபோன்ற பயன்களைப் பெறுவதற்காகக் கால்நடை மருத்துவத்துறையிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மார்ஃபின் இருதய நோய்களைக் குணப்படுத்துவதற்குச் சிறந்ததொரு மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. அபின், மார்ஃபின் ஆகியவற்றைச் சாப்பிடும் அளவு ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்பை மீறும்பொழுது உயிரிழப்பை ஏற்படுத்துகின்றது. தக்க முறையிலும், மிகக் குறைந்த அளவிலும் பயன்படுத்தினால் இது மன அமைதியையும், இன்பகரமான உணர்வையும், மயக்கத்தையும் ஏற்படுத்துகின்ற ஒரு சிறந்த மருந்தாகும்: ஆனால் அதிக அளவில் சாப்பிடும்பொழுது நம்பமுடியாத அளவு தீமைகளையும், சொல்லொணா விளைவுகளையும் ஏற்படுத்துகின்றது. அபினுக்கு அடிமையானவர்களின் எண்ணிக்கை நாளுக்கு நாள் அதிகரிக்கின்றது. இதனால் பலர் உயிரிழக்கவும் நேரிடுகின்றது. இப்படிப்பட்டவர்களிடமிருந்து இப்பழக்கத்தைத் தடுத்து நிறுத்துவது மிகவும் கடினம். ஏனெனில் நிறுத்துவதனால் ஏற்படுகின்ற வேதனைகளை அவர்களால் தாங்கிக்கொள்ள முடிவதில்லை.

அபின் பற்றிய சட்டவிதிமுறைகள்: ஐக்கிய நாடுகள் சபை இதன் உற்பத்தியையும் பயன்பாட்டையும் கண்காணிக்கிறது. 1925, 1931 ஆகிய ஆண்டுகளில் அகில உலக அபின் மாநாடு கூட்டப்பெற்றுச் சட்டதிட்டங்கள் வகுக்கப்பட்டன. அதன் விளைவாக **உலக அபின் விதிமுறைகள்** 1953இல் வகுத்துச் செயல்படுத்தப்பட்டன. அதன்பின், இவை 1961ஆம் ஆண்டு புதுப்பிக்கப்பட்டு இன்றுவரை நடைமுறையிலிருந்து வருகின்றன. ஐக்கிய நாடுகளின் விதிமுறைகளின்படி, இந்தியாவில் அபினிலிருந்து மார்ஃபின் தயாரிக்க அனுமதி இல்லை. இங்கு அபின் விளைவிக்க மாநில அரசுகள் உரிமங்கள் வழங்குகின்றன. உரிமம் பெற்ற அபின் உற்பத்தியாளர்கள், இந்தியாவில் எங்கிருப்பினும், குறிப்பிட்ட மத்திய அரசின் தொழிற்சாலைகளுக்குத்தான் அதை அனுப்ப வேண்டும். அவையாவன:

1) அரசு அபின் தொழிற்சாலை, காசிப்பூர், உத்தரப் பிரதேசம் 2) அரசு அபின் உற்பத்திக்கூடம், நீமச், மத்தியபிரதேசம் ஆகும். அபின் மேலும் சுத்தம் செய்யப்பட்டு 2கிலோ கட்டிகளாக மாற்றப்பட்டுப் பெட்டிகளில் அடைக்கப்பட்டு, அரசு அனுமதியுடன் வெளிநாடுகளுக்கு அனுப்பப்பட்டு வருகிறது. இந்தியாவின் தேவைக்கு மார்ஃபின் வெளிநாடுகளிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப்படுகிறது. ஐக்கியநாடுகள் சபை, உலகச் சந்தைக்கு ஆண்டு ஒன்றுக்கு 1,860 டன்கள் மார்ஃபின் தேவை என மதிப்பிட்டுள்ளது. இத்தேவையில் 60 விழுக்காடு இந்தியாவும், 15 விழுக்காடு துருக்கியும் நிறைவு செய்துகொண்டு வருகின்றன. ஆகவே, அபின் ஏற்றுமதியில் இந்தியா முதலிடம் வகிப்பதால் அதிக அயல்நாட்டுச் செலாவணி ஈட்ட வாய்ப்பு உள்ளது.

எஸ். மு.

நூலோதி

Hill, A. F. *Economic Botany*. pp. 560, Tata McGraw-Hill Book Co., New Delhi, 1952.

The Wealth of India. Vol. VII. pp.330, CSIR Publ. New Delhi, 1966.

அபுகிர் விரிகுடா

அபுகிர் விரிகுடா (Abukir Bay) 31° 23′ வடக்கு 30° 13′ கிழக்கில் அமைந்துள்ளது. இது மத்தியத் தரைக் கடலில், வடகிழக்கிலுள்ள நைல் நதியின் கிளையான ரோசட்டாவின் கழி முகத்திற்கும், தென் மேற்கிலுள்ள அபுகிர் முனைக்கும் இடையில் அரைவட்ட வடிவமாக அமைந்துள்ளது. இது எகிப்து அரபு குடியரசு ஆட்சிக்குட்பட்டது. இவ்விரிகுடாவில் நெல்சனின் ஆங்கில கடற்படைக்கும் நெப்போலியனின் கடற்படைக்கும் நடந்த புகழ் பெற்ற நைல் போரில் (1798) நெப்போலியனின் படை தோற்கடிக்கப்பட்டது.

அபுல் எட்வின் பாவெல்

அபுல் எட்வின் பாவெல் (Hubble, Edwin Powell) என்பவர் ஒரு வானியல் அறிஞர். இவர் 1889 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் 20 ஆம் தேதி மார்ஷ்பீல்டு (Marshfield) என்ற இடத்தில் பிறந்தார்.

இவர் சிகாகோ பல்கலைக் கழகத்திலும், ஆக்ஸ் போர்டு பல்கலைக் கழகத்திலும் கல்வி பயின்றார். ஓராண்டுக்காலத்திற்குக் கென்டக்கியில் (Kentucky) சட்டத்துறையில் பயிற்சி பெற்றார். பின்னர் 1914 முதல் 1917 வரை விஸ்கான்சின் (Wisconsin) என்ற நகரில் உள்ள யார்கீஸ் காணகத்தில் (Yerkes observatory) பணியாற்றினார். 1919 ஆம் ஆண்டு கலிபோர்னியாவில் உள்ள மவுண்ட் வில்சன் காணகத்தில் (Mount Wilson observatory) (தற்போது உள்ள அலே காணகத்தின் ஒரு பகுதி) ஒரு பணியாளராகச் சேர்ந்தார். 1953 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் 28 ஆம் நாள் கலிபோர்னியாவில் இறந்தார்.

இவர் பால்வழிக்கு (Milkyway) அப்பால் உள்ள வளிமம் (Gas), தூசு (Dust), விண்மீன்கள் (Stars) போன்றவற்றின் பால்வழி மண்டலங்களே (Galaxy) சில ஒண்முகிற்படலங்கள் (Nebulae) ஆகும் என்பதை 1922 முதல் 1924 வரையில் உள்ள காலத்தில் கண்டறிந்தார். இது போன்ற பால்வழி மண்டலங்கள் நிலவுதலை எடுத்துக்கூறி அவற்றின் வகைபாடுகளின் முதல் முறையை மேம்படுத்தினார். 1929 ஆம் ஆண்டு இந்த பால்வழி மண்டலங்கள் பால்வழியிலிருந்து அவற்றின் தொலைவுக்கு ஏற்ற திசை வேகத்தில் (Velocity) பின் நோக்கி நகர்கின்றன. என் பதைக் கண்டறிந்தார். மேலும் 1922 ஆம் ஆண்டு பால்வழி மண்டலத்திற்குள் பல செறிவற்ற ஒண்முகில்களின் நிறமாலை (Spectra), அதில் உள்ள விண்மீன்களின் வகை அல்லது விண்மீன்களில் உள்ள பொருள்களின் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடும் எனக் கண்டறிந்தார்.

நூலோதி

1. *Encyclopaedia Americana*, Vol-14, 1980, Page-519

அபுல் மாறிலி

புவியிலிருந்து புறப்பால்வழி மண்டலங்களுக்கு (external galaxy) இடையே உள்ள தொலைவுகளுக்கும், அவைகளின் தோற்றப் பின்நகர்தலின் (apparent receding) திசைவேகங்களுக்கும் (velocity) உள்ள விகிதம் (ratio) அபுல் மாறிலி (Hubble constant) எனப்படும்.

1929 ஆம் ஆண்டு, எட்வின் பாவெல் அபுல் (Edwin Powell Hubble) என்பவர் தொலைவில் உள்ள பால்வழி மண்டலங்களின் ஒளியில் செம்பெயர்ச்சி (Red shift) உள்ளதைக் கண்டுபிடித்தார். இதிலிருந்து, ஒவ்வொரு மில்லியன் பார்செக்குகளுக்கும் (1 பார்செக் = 3.26 ஒளியாண்டுகள் தூரம்) ஒரு வினாடிக்கு 500 கி. மீ. வேகத்தில் அண்டங்கள் பின்னோக்கி நகர்கின்றன எனவும் கண்டறிந்தார். அபுல் நினைத்ததைவிடப் பால்வழி மண்டலங்கள் அதிகத் தொலைவில் உள்ளது எனப் பின்னர் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதன் விளைவாக, 1970ஆம் ஆண்டில் ஒவ்வொரு 1,000,000 பார்செக்குகளுக்கும் ஒரு நொடிக்கு 75 கிலோ மீட்டர் எனக் கணக்கிடப்பட்டது. அபுல் மாறிலியின் மறுதலை, காலத்தை மதிப்பிடும் அளவையாகக் கருதலாம் எனவும், இதிலிருந்து பால்வழி மண்டலங்கள் பிரிய ஆரம்பித்து ஏறக்குறைய 10^{10} ஆண்டுகள் ஆயின எனவும், பிரியும் விகிதம் மாறிலியாகவே உள்ளது எனவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்காகப் பலதற்கோள்கள் இடம் பெற்றாலும் தக்க சான்றுகள் இல்லையெனக் கூறப்படுகின்றது. காண்க, பார்செக்.

அம்பர்கிரிஸ்

ஃபைசீட்டர் கேட்டடான் (Physeter catodon) எனும் ஒரு வகைக் கொழுப்புத்தலைத் திமிங்கிலத்தின் மணிக் குடலிலிருந்து அல்லது பெருங்குடலிலிருந்து அம்பர்கிரிஸ் சுரக்கிறது. இறந்து பட்ட திமிங்கிலங்களிலிருந்து வெளியான அம்பர்கிரிஸ் கடலோரங்களில் ஒதுங்குவதுண்டு. தமிழ் இலக்கியங்களில் இது ஓர்க்கோலை என்றும், கடல் படு திரவியங்களுள் ஒன்றாகவும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. முன்னர், நோயுற்று, இளைத்த அல்லது இறந்த கொழுப்புத்தலைத் திமிங்கிலங்களிலிருந்து இவ்வம்பர்கிரிஸ் பெறப்படுவதாகக் கருதினர். மேலும், இது இத்திமிங்கிலம் தான் உண்ணும் கணவாய் மீனின் அலகுகள் குடலில் ஏற்படுத்தும் உறுத்தலிலிருந்து மீள்வதற்காகச் சுரக்கப்படுகிறதென்றும் கருதினர். அம்பர்கிரிஸ் உடல் வலிமையுள்ள ஆண் திமிங்கிலங்களிலிருந்து மட்டுமே கிடைக்கிறதென்றும் கூறப்படுகிறது.

உருவான சிறிது காலத்தில் மென்மையாகவும் கருமையாகவும் கெட்டநாற்றமும் உடைய அம்பர்கிரிஸ்,

சூரிய ஒளி, வளி, கடல் நீர் ஆகியவற்றின் செய்கையால் இறுகி, நறுமணமுடையதாக மாறுகிறது. இது பெரும்பாலும் சிறிய அளவில் உருவானாலும், சில வேளைகளில் பெருமளவிலும் உற்பத்தியாகிறது. இது வரை கிடைத்ததில் மிகப்பெரிய அம்பர்கிரிஸ் 418கி. எடையுள்ளதாகும். அம்பர்கிரிஸ், அதிக விலையுயர்ந்த வாசனைத் திரவியங்களைத் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது; மேலும் மருந்து, மதுபானங்கள் முதலியவற்றைப் பதப்படுத்துவதற்கு உதவுகிறது. அம்பர்கிரிஸில் அம்பிரைன், எபிகோ, புரோஸ்டனால், சோடியம், மக்னீசியம், செம்பு, இரும்பு, சிலிகான், துத்தநாகம், அலுமினியம், நிக்கல் முதலியன இருப்பதாகக் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

ஆண் திமிங்கிலங்களில் அம்பர்கிரிஸ் உண்டாவதால், இதனைப் பால் கவர்ச்சிச்சுரப்பு (Pheromone) எனவும் கருதுகின்றனர். அம்பர்கிரிஸ் விலை மதிப்புள்ளதாகக் கருதப்பட்ட போதிலும் தற்காலத்தில் இதற்கு ஈடாகச் செயற்கை அம்பர்கிரிஸ் தயாரிக்கப்படுவதால் இதன் மதிப்பு குறைந்துவிட்டது.

அம்பர்ட்சுமியான்

விக்டர் அமேசாசுபோவிச்சு அம்பர்ட்சுமியான் (Victor Amazaspovich Ambartsumian) சோவியத் நாட்டு வானியல் அறிஞர் ஆவார். அவர் விண்மீன்கள் (Stars), உடுக்கண அமைப்புகள் (Stella r system) ஆகியவற்றின் தோற்றம் (Origin), படிமலர்ச்சி (Evolution) பற்றிய கோட்பாடுகளை உருவாக்கினார். கோட்பாட்டு வானியற்பியல் (Theoretical Astrophysics) என்ற கல்வி நிறுவனத்தைச் சோவியத்து ஒன்றியத்தில் (Soviet Union) நிறுவினார்.

அம்பர்ட்சுமியான் சோவியத்து ஒன்றியத்தில் உள்ள ஜார்ஜியா (Georgia) குடியரசின் தலைநகரான திபிலிசியில் (Tlilsi) 1908 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் 18 ஆம் நாள் ஓர் ஆர்மீனியக் குடும்பத்தில் (Armenian family) பிறந்தார். இலக்கிய ஆசிரியரான இவரது தந்தை இவருக்குக் கணிதம் (Mathematics), இயற்பியல் (Physics) ஆகியவற்றில் இருந்த ஆர்வத்தை அறிந்து அவற்றில் முழுமையாக ஈடுபட ஊக்கமளித்தார். இவர் வானியற்பியல் (Astrophysics) ஆராய்ச்சிக்காக 1925 இல் லெனின்கிராடு பல்கலைக் கழகத்தில் (Leningrad University) சேர்ந்தார். 1926இல் சூரியச் செயல் (Solar activity) பற்றி ஒரு ஆய்வுக் கட்டுரையை வெளியிட்டார். இளநிலை பட்டப்படிப்பின்போது வெளியிட்ட இவரது பத்துக் கட்டுரைகளில் இது முதற் கட்டுரை ஆகும். 1928 ஆம் ஆண்டு பட்டம் பெற்ற பின், லெனின்கிராடிற்கு அருகில் அமைந்த புல்கோவோ காணகத்தில் (Pulkovo Observatory) எ. எ. பெலோபோல்ஸ்கி (A. A. Belopolski) என்பவரின் கீழ் மாணவராகச் சேர்ந்தார்.

1931 முதல் 1943 வரை லெனின்கிராடு பல்கலைக் கழகத்தில் வானியற்பியல் துறைத் தலைவராக இருந்து விரிவுரைகள் ஆற்றினார்; வெப்பமான (Hot) விண்மீன்களிலிருந்து வரும் புறஊதாக் கதிர்வீச்சு (Ultraviolet Radiation), அவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள வளிமம் (Gas) ஆகிய இரண்டின் இடைவினை (Interaction) பற்றிய கோட்பாட்டை 1932 இல் அவர் எடுத்துரைத்தார்; இந்தக் கோட்பாடு, "வளிம முகில்களின் இயற்பியல்" (Physics of gaseous clouds) என்ற தலைப்பில் ஆய்வுக் கட்டுரைகளின் தொடர் ஒன்றை இவர் வெளியிடுவதற்கு வழிகோலியது. இவர் 1934-36 இல் உடுக்கண அமைப்புகளின் புள்ளியியல் பகுப்பாய்வு (Statistical Analysis) பற்றி ஆராய்ந்தபோதுதான் முதன் முறையாக அவற்றின் இயற்பியற் பண்புகள் (Physical properties) கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டன. இந்த ஆய்வு, இரட்டை விண்மீன்கள் (Double stars) விண்மீன் திரள்கள் (Star clustsers) ஆகியவற்றின் படிமலர்ச்சி போன்ற பல தொடர்புள்ள நிகழ்ச்சிகளுக்கும் பொருத்தமானது எனத் தெரிய வந்தது. இவர் 1939 இல் சோவியத்து ஒன்றியத்தின் அறிவியல் கழகத்தின் (Academy of sciences) அஞ்சல் வழி உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1941 முதல் 1943 வரை இலெனின்கிராடு பல்கலைக் கழகத்தின் துணைமுகவர் (Deputy Rector) பதவியில் அமர்த்தப்பட்டார். அண்ட வெளியின் (Cosmic space) சிதறும் ஊடகத்தில் (Scattering medium) ஒளி (Light) இயங்கும் முறை பற்றிய கோட்பாட்டை 1941-43 இல் இவர் எடுத்துரைத்தார். புவியியற்பியல் (Geophysics), விண்வெளி ஆராய்ச்சி (Space research) ஆகியவற்றிற்கும், வானியற்பியலில் உடுக்கணத்து இடைப்பொருள் (Interstellar matter) பற்றிய ஆய்வுகள் போன்றவைகளுக்கும் இக் கோட்பாடு ஒரு சிறந்த கருவியாக அமைந்தது.

1943 ஆம் ஆண்டு சோவியத்து ஆர்மீனியாவின் தலைநகரான எரெவனில் (Yerevan) உள்ள ஆர்மீனிய அறிவியல் கல்விக்கழகத்தில் (Armenian Academy of Sciences) சேர்ந்தார். 1946 இல் எரெவனுக்கு அருகே பையுரகான் காணகத்தை (Byurakan observatory) அமைக்க இவர் ஆவன செய்தார். இப்போது இது சோவியத்து ஒன்றியத்தில் உள்ள மிகச் சிறந்த காணக நிலையமாகும். 1947 ஆம் ஆண்டு மிக அண்மையில் தோன்றிய விண்மீன் குடும்பத்தினைக் கண்டுபிடித்து அதற்கு உடுக்கணச் சேர்க்கை (Stellar association) எனப் பெயரிட்டார். இவரது ஆய்வின் மிகச் சிறந்த முடிவு நமது சூரிய குடும்பத்தைத் (Solar system) தன்னகத்தே கொண்ட பால்வழி மண்டலத்தில் (Galaxy) விண்மீன் உருவாகும் செயல்(Process of star formation) இன்னும் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது என்பதாகும்.

இதன்பின் ஒளிர்மை (Luminosity), பொருள் (Matter), அடர்த்தி (Density) போன்ற இயற்பியற் சிறப்பியல்புகளில் (Physical characteristics) மாற்றங்கள் அடைந்து கொண்டிருக்கின்ற விண்மீன்களின் வளிமண்டலத்தில் (Atmosphere of stars) நடைபெறும் இயல் நிகழ்ச்சிகளை (Phenomena) ஆராய்ந்தார். இந்த மாற்றங்களுக்கும் விண்மீன்களின் வெளி அடுக்குகளில் (Outer layers) நேரடியாக விடுபடும் உடுக்கணத்து ஆற்றலுக்கும் (Interstellar energy) தொடர்புள்ளது எனக் கூறினார். மேலும் அண்டங்களில் நிகழும் ஒரே நிலையில் இல்லாத செயல்களைப் (Non-Stationary processes) பற்றி ஆய்வுகள் செய்தார். அண்டங்களின் படி மலர்ச்சி பற்றிய தன்மைகளுக்கும்,இன்னும் அறியப்படாது இருக்கும் வான்பொருளின் பண்புகளை அறிந்து கொள்வதற்கும் இந்த ஆய்வுகள் உதவுகின்றன.

இவர் 1958 ஆம் ஆண்டு ''கோட்பாட்டு வானியற்பியல்'' (Theoretical Astrophysics) என்ற புத்தகத்தை எழுதினார். மிகச் சிக்கலான வானியல் பிரச்சினைகளுக்கான (Astronomical problems) அணுகு முறைகள் அப்புத்தகத்தில் இடம் பெற்றுள்ளன. மேலும், நமது அண்டத்தின் வெளிப்புறத்தில் இருந்து வந்து கொண்டிருக்கின்ற ரேடியோ சைகைகளைப் (Radio signals) பற்றி ஆய்வு செய்தார். இந்த ஆய்வின் விளைவாக, விண்மீன் குடும்பங்கள் ஒன்று பிறிதொன்றுடன் மோதிக்கொள்வதை இந்தச் சைகை குறிக்கின்றது என்று பலரால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட கருத்தை இவர் ஏற்றுக் கொள்ளவில்லை. ஆனால் அந்த ரேடியோ சைகைகள் அண்டங்களுக்கு உள்ளே நிகழ்கின்ற அணுக்கருப்பிளவுச் செயல்களைக் (Sub-atomic proecss of fission) குறிக்கின்றன என முடிவு செய்தார்.

சிந்தனையைத் தூண்டக்கூடிய வகையில் பேசும் இவரது திறமையால் அனைத்துலகக் கருத்தரங்குகளில் (International symposia) நடைபெற்ற இவர் சொற்பொழிவுகளுக்குப் பெரும்பாலோர் வந்தனர். மிகவும் கடினமான கணிதச் சொற்பொழிவுகளையும், பண்டைய மேற்கோள்களையும் இவர் காலத்தியப் புலவர்களின் மேற்கோள்களையும் பயன்படுத்தி எளிதாக அறியக்கூடிய வகையில் உரையாற்றுவார்.

அரசின் பல நன்மதிப்புச் சான்றுகளும், பரிசுகளும் அம்பர்ட்சுமியானுக்கு அளிக்கப்பட்டன. 1947 இல் சோவியத்து ஆர்மீனியாவின் சட்டமன்ற (Parliament) உறுப்பினராகவும், ஆர்மீனிய சோவியத்துப் பொது உடைமைக் குடியரசின் (Armenian S.S.R) அறிவியற் கழகத்தின் (Academy of sciences) தலைவராகவும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார்; 1950 இல் சோவியத்து ஒன்றியத்தின் தலைமைச் சோவியத்திற்குத் (Supreme Soviet) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1953 இல் சோவியத்து ஒன்றியத்தின் அறிவியற் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1948 முதல் 1959 வரை அனைத்துலக வானியல் கூட்டமைப்பின் (International Astronomical Union) துணைத்தலைவராகவும், 1961 முதல் 1963 வரை அதன் தலைவராகவும் பணியாற்றினார். 1968 இல் அறிவியல் கூட்டமைப்பின் அனைத்துலக ஆலோசனைச் சபையின் (International Council of the Scientific Union) தலைவரானார்; பல வெளிநாட்டுக் கல்விக் கழகங்கள் (Academies), அறிவியல் கழகங்கள் (Scientific societies) ஆகியவற்றின் செயல்களில் பங்கு கொண்டார். சோவியத்து அறிவியலுக்கு (Soviet sciences) இவர் புரிந்த பல சாதனைகளுக்காக, இவரது நாடு பல பரிசுகளை இவருக்கு வழங்கியது.

சோவியத்து ஆர்மீனியர்களிடையே நன்கு அறிமுகமான அம்பர்ட்சுமியானின் அறுபதாம் பிறந்த நாளை ஒரு தேசிய விழாவாக 1968 இல் கொண்டாடி இவரைக் கௌரவித்தனர். மற்ற நாடுகளிலுள்ள ஆர்மீனியர்களும் இவரது திறமையினைக் கண்டு பெருமை அடைந்தனர்.

துா.பா.

நூலோதி

Encyclopaedia Britannica, 1982, Vol-1.

அம்பல்லிஃபரி

இது அல்லி இணையா (Polypetalous) இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றாகும். இதற்கு கேரட்டுக் குடும்பம் (Carrot Family) என்ற பொதுப்பெயரும், தாவரவியலில் அம்பல்லிஃபரி (Umbelliferae) என்ற பழைய பெயரும், அம்மியேசி (Ammiaceae) அல்லது அப்பியேசி (Apiaceae) என்ற புதுப் பெயர்களும் உண்டு. இது உலகம் முழுவதும் காணப்பட்ட போதிலும், வடமித வெப்பமண்டலப் பகுதிகளில் (North temperate regions) அதிக அளவில் பரவியிருக்கின்றது. இதில் ஏறக்குறைய 200 பேரினங்களும் 2900 சிற்றினங்களும்

இருக்கின்றன. தென்னிந்தியாவில் 11 பேரினங்களும் (Genera) 28 சிற்றினங்களும் (Species) இருக்கின்றன.

பொதுப்பண்புகள்: இவை பெரும்பாலும் இருபருவ (Biennial) அல்லது பலபருவக் (Perennial) குறுஞ்செடி களாகும். புதர்ச்செடிகள் (Shrubs) மிகக் குறைவு. இடைக்கணுக்கள் (Internodes) குழலாக (Fistular) இருக்கும். சிற்றினங்களெல்லாம் பெரும்பாலும் அவ் வற்றிற்குரிய நறுமணத்துடன் இருக்கும். இலைகள் சிற கொத்த (Pinnately) அல்லது கைவடிவக் கூட்டிலை களாக (Palmately compound) மாற்று இலை அமை வுடன் (Alternate phyllotaxy) இருக்கும்; இலைக் காம்பு கள் அடி உறை (Basal sheath) பெற்றிருக்கும். இதன் மஞ்சரி எளிய குடை மஞ்சரி (Simple umbel) அல்லது கூட்டுக் குடை மஞ்சரி (Compound umbel) ஆகும். இந்த வகை மஞ்சரி அடிப்படையில் தான் இக்குடும்பத் திற்கு அம்பல்லிஃபரி என்ற பழைய பெயர் கொடுக்கப் பட்டது. இதன் மலர்கள் இருபாலானவை (Bisexual), ஆரச்சமச்சீருடையவை (Actinomorphic); இருபக்கச் சமச்சீருடையவை (Zygomorphic) பெரும்பாலும் கூட்டு மஞ்சரியின் ஓரத்திலிருக்கும்; சூலகம் மேலமைந்தவை (Epigynous); ஐந்தங்கமுடையவை (Pentamerous). புல்லி இதழ்கள் குறைவுற்று 5 பற்கள் போன்றோ, பற் கள் இன்றியோ காணப்படும். அல்லி இதழ்களும், மகரந்தத் தாள்களும் மொட்டு நிலையில் மலர்களின் மையம் நோக்கி வளைந்திருக்கும். சூற்பையின் மேல் தேன்சுரக்குந்தட்டு (Nectiferous disc) இருக்கும். சூற்பை கீழ்மட்டத்திலுள்ளது (Inferior); இரு அறைகளைக் கொண்டது; ஒவ்வோர் அறையும் ஒரு சூல் கொண்டது. சூல் அச்சுச்சூல் அமைவுடன் (Axile placentation) தொங்கு முறையில் (Pendulous) அமைந் திருக்கும்; சூல் தலைகீழானது (Anatropous). சூலகத் தண்டு இரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும்; அடியில் பருத்து விரிந்திருக்கும். இதன் பருத்த பாகத்திற்கு சூலகத் தண்டு அடி (Stylopodium) என்று பெயர்; சூலகமுடி எளியது (Simple), கனி ஒரு தனிவகையான சைசோ கார்ப் (Schizocarp). இதன் வடிவம், அளவு வெளிப்பரப் பின் அமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வெவ் வேறு வகையாக இருக்கும். கனி இரு பாதியாக எளிதில் பிரியக்கூடிய மெரிகார்ப்புகளினால் (Mericarps) ஆனது; பெரும்பாலானவற்றில் இனத்தைப் பொறுத்து வரம்பு கள் (Ribs) இவற்றின் மேற்பரப்பில் உண்டு. இவை மென்மையாய், கார்க்கின் தன்மை போன்றோ, இழை போன்றோ, முட்கள் போன்றோ இருக்கக்கூடும். இரு வரம்புகளுக்கிடையில் உள்ள பகுதியின் உட்புறத்தில் எண்ணெய்க் குழாய்கள் (Vittae) இருக்கும். ஒவ்வொரு மெரிகார்ப்பும் ஒரு விதையைப் பெற்றிருக்கும். பிரி வுற்ற மெரிகார்ப்புகள் மெல்லிய கனிக் காம்புகளில் (Carpophores) தொங்கிக்கொண்டிருக்கும். கரு சிறியது. முளைசூழ்சதை (Endosperm) கெட்டியானது அல்லது சதைப்பற்றுள்ளது; அதிக அளவிலிருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: இக்குடும்பத்தின் சிற்றினங்களி லிருந்து கிடைக்கின்ற பொருள்கள் உணவாகவும், உண வுக்குச் சுவையூட்டியாகவும் (Condiments) பயன்படுவதி லிருந்தும், அழகுத் தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுவதி

படம் 1. கொடியின் ஒரு பகுதி 2. பூ 3. பூவின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 4. மஞ்சரி 5. கனியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 6. சூல் 7. தேன் சுரக்குந்தட்டு 8. சிதல் 9. சூலகத் தண்டு

லிருந்தும் இதன் சிறப்பு நன்கு விளங்கும். சிலவற்றின் ரெசினும் (Resin), ஆல்கலாய்ட்களும் (Alkaloids), உயிரைப் போக்கக்கூடிய நச்சாகச் செயல்படுகின்றன. காரெட் செடியின் (Daucus carota var. sativa DC.) மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு நிறப் பருத்த வேர் காய்கறியாகச் சமைத்துச் சாப்பிடப்படுகின்றது; இதிலிருந்து காரட் பசை (Carrot Jam) செய்கின்றார்கள். இதன் இலைகளை ஜாவா மக்கள் சாப்பிடுகின்றனர். சில நாடுகளில், குறிப்பாகப் பிரான்சு நாட்டில், இதன் விதைகளிலிருந்து மதுபானங்களுக்கு மணம் கொடுக்கக் கூடிய எண்ணெய் எடுக்கின்றார்கள். எரிஞ்சியம் சீருலியம் (Eryngium caeruleum) வேர்கள் காமமூட்டியாகவும் (Aphrodisiac), ஊட்ட நீர்மமாகவும் (Tonic) பயன்படுகின்றன. வணிகத்துறையிலும், நடைமுறையிலும் இக்குடும்பத்தின் கனிகள், விதைகள் எனப்படும். சீரகத்தின் (Cuminum cyminum) கனிகள் சூப் (Soup), ஊறுகாய் (Pickles), பால்கட்டி (Cheese) ஆகியவற்றிற்கு நறுமணமேற்றுவதற்கும், ரொட்டி, கேக்குகள் (Cakes) ஆகியவற்றைப் பக்குவப் படுத்துவதற்கும் பயன்படுகின்றன. இவை வாயு அகற்றியாகவும் (Carminative) பயன்படுகின்றன. பெருஞ் சீரகம் அல்லது சோம்புச் (Pimpinella anisum; Anise; Aniseed) செடியின் கனிகள் இனிப்பும் மணமும் கொண்டவை. இவை உணவுப் பண்டங்களுக்கு மணமேற்றுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்ற எண்ணெய், வாசனைப் பொருள்களும் சோப்புகளும் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. ஓமம் செடியின் (Trachyspermum ammi (Linn.) Sprague= Carum copticum Hiern.) கனிகள் ஊட்ட நீர்மமாகவும், செரிப்பின்மை (Dyspepsia), பேதி (Diarrhoea), காலரா (Cholera) ஆகியவற்றிற்கு மருந்தாகவும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இவற்றைக் கொண்டு ஒற்றடம் (Fomentation) கொடுத்தால் ஆஸ்துமா (Asthma) குணமாகும். வெப்ப நீராவிக் காய்ச்சி வடித்தலின் மூலம் (Steam distillation) இதன் கனிகளிலிருந்து ஒரு வித எண்ணெய் எடுக்கப்படுகின்றது. எஞ்சிய பொருளை நீரில் கரைத்துக் குழந்தைகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்ற ஓமம்நீர் (Omam water) தயார் செய்யப்படுகின்றது. மருந்தாகவும் சுவையூட்டியாகவும் பயன்படுகின்ற பெருங்காயம் ஃபெருலா அசாஃபிடிடாவின் (Ferula asafoetida) ஆணிவேரிலுள்ள லேடக்சை (Latex) உலர்த்தி எடுக்கப்படுகின்றது. இளம் கொத்தமல்லிச் செடியின் (Coriandrum sativum) வேரைத்தவிர எல்லாப்பாகங்களும் பல வகைகளில் பயன்படுகின்றன. இதன் இலைகள், கனிகள், சூப் (Soup) போன்றவைகளுக்கு நறுமணமும், சுவையும் ஏற்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன, இதன் முதிர்ந்த கனிகள் சுவையூட்டிகளில் சிறப்பானவை. வல்லாரை (Centella asiatica) சிறுநீர்ப்போக்கியாகவும், (Diuretic), குட்டநோய்க்கு (Leprosy) மருந்தாகவும் பயன்படுகின்றது. சிக்குத்தா (Cicuta; Water Hemlock), கோனியம் (Conium; Poison Hemlock), ஈத்துசா Aethusa; Fool's parsley) ஆகியவை அஞ்சத்தக்க நச்சுச் செடிகளாகும். சிலரியின் (Celery; Apium graveolens var. dulce) இலைகள் காய்கறியாகவும், மருந்தாகவும் பயன்படுகின்றன. ஏஞ்சலிக்கா ஆர்க்கேஞ்சலிக்காவின் (Angelica archangelica) உலர்த்தப்பட்ட வேர்களும், கனிகளும் கேக்குகளுக்கும், மதுபானங்களுக்கும் (Beverages) மணமூட்டுவதற்குப் பயன்படுகினறன. ஃபென்னல்இன் (Foeniculum vulgare; Fennel) கனிகள் சமையலிலும், மதுபானங்கள் தயாரிப்பதிலும் உதவுகின்றன. இவற்றிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்ற எண்ணெய் வாசனைப் பொருள்கள், மருந்துகள், சோப்புகள் செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. பார்சிலியின் (Petroselinum crispumi parsley) இலைகள் 'சி' ஊட்டச்சத்தைப் (Vitamin 'C') பெற்றிருக்கின்றன. இவை சூப் (Soup), முட்டை அடை (Omelet) ஆகியவற்றிற்கு மணமூட்டுவதற்குப்பயன்படுத்தப்படுகின்றன. டில்லின் (Anethum graveolens; Dill) கனிகளும், இவற்றிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்ற எண்ணெயும் மருந்துகள் செய்வதில் பயன்படுகின்றன. பிம்பினெல்லா (Pimpinella), ஹெராக்கிளியம் (Heracleum), ஏஞ்சலிக்க, டிரேக்கிமீன் (Trachymene), எரிஞ்சியம் போன்றவை அழகுத் தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

எ.கோ.

நூலோதி

Gamble, J. S. *Fl. Pres. Madras.* Vol. I, pp. 554-566, Adlard & Son, Ltd., London, 1919.

Hill, A.F. *Econmic Botany.* pp. 560, Tata McGraw-Hill Book Co., New Delhi, 1951.

Lawrence, G. H. M. *The Taxonomy of Vascular Plants.* pp. 823, The Macmillan Co., New York, 1951.

The Wealth of India. Vol. I, pp. 253, 1948; II pp. 427, 1950; IV, pp. 287, 1956; VII pp. 330, 1966; X pp. 516, 1976, CSIR Publ, New Delhi.

Willis, J. C. *A Dictionary of Flowering Plants & Ferns.* (7th Ed. (Revd.) Airy Shaw H. K.) pp. 1214, Cambridge Univ. Press, 1966.

அம்பியாக்சஸ்

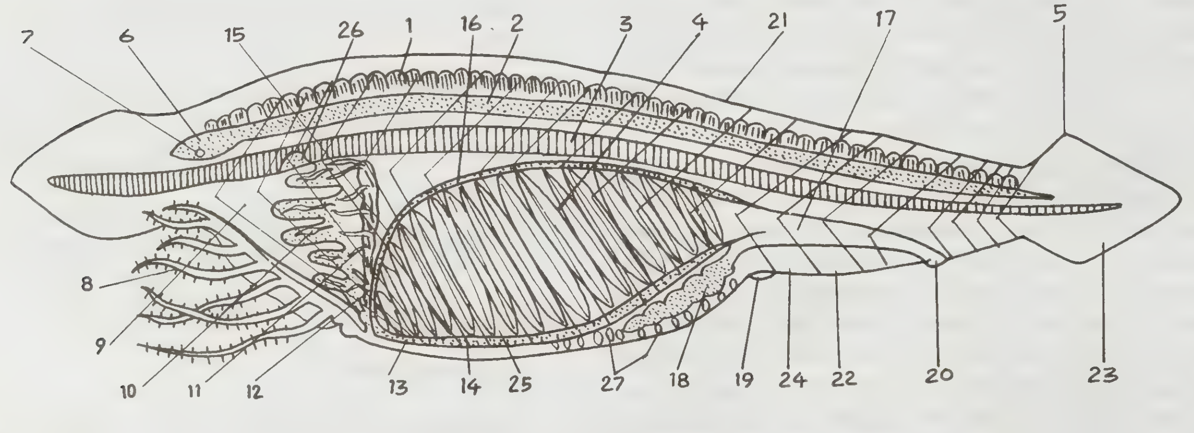
குத்தூசி எனப் பொருள்படும் லான்செட் (Lancet) என்ற பெயரில் பொதுவாக அழைக்கப்படும் அம்பியாக்சஸ் (Amphioxus), மீன் போன்ற தோற்றமுடைய கடல் வாழ் உயிரினமாகும். 1774ஆம் ஆண்டு முதன் முதலில் இதனைப் பிரிட்டிஷ் கடற்கரையில் கண்டெடுத்த பல்லாஸ் (Pallus) என்பவர் இதை ஓர் ஓடற்ற நத்தை (Slug) எனக் கருதி இதற்கு லைமாக்ஸ் லான்சியோலேட்டஸ் (Limax lanceolatus) என்று பெயரிட்டார். 1834ஆம் ஆண்டு கோஸ்டா (Coast) என்பவர்

இதன் செவுள்கள் தொண்டைப் பகுதியில் அமைந்திருந்ததால் இதற்கு பிராங்கியோஸ்டோமா (Branchiostoma) என்று பெயரிட்டார். யாரல் (Yarell, *1836*) என்பவரே முதன் முதலாக இதற்கு அம்பியாக்சஸ் லான்சியோலேட்டஸ் (Amphioxus lanceolatus) என்று பெயரிட்டார்.

முதுகு நாணுள்ளவை (Chordata) எனும் துணை விலங்குலகில், முதல் நிலை முதுகு நாணுடையன (Protochordata) அல்லது மண்டையோடற்றன (Acarina) எனும் தொகுதியின் கீழ் உள்ள, தலைமுதுகு நாணுடையன (Cephalochordata) எனும் துணைத் தொகுதியில் அம்பியாக்சஸ் அடங்கும். இதில் ஏறத் தாழ *28* இனங்கள் காணப்பட்டபோதிலும். அம்பியாக்சஸ் பெல்செரி (Amphioxus belcheri), அம்பியாக்சஸ் லான்சியோலேட்டஸ் (Amphioxus lanceolatus) அ. இன்டிகம் (A. Indicum), அ. டாட்டர்சலி (A. Tattersalli) ஆகிய 4 இனங்களே இந்தியக் கடல்களில் காணப்படுகின்றன. இவை மத்தியத் தரைக் கடல் முதல் வடக்குக்கடல் வரையும், அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் கரையிலும், இந்தியப் பெருங்கடலிலும், ஜப்பான் கடல்களிலும் காணப்படுகின்றன.

அம்பியாக்சஸ் கடலில் ஆழங்குறைந்த மணற்பாங்கான பகுதிகளில் துளையிட்டு வாழ்கின்றது. இதன் சராசரி நீளம் 5 முதல் 8செ.மீ. ஆகும். ஆனால் தென் சீனா, இந்தியா, ஆகிய பகுதிகளில் காணப்படும் ஓர் இனம் 15 செ.மீ வரை நீளமுடையது. ஒளி ஊடுருவுந் தன்மையுடைய இவற்றின் உடலின் இரு முனைகளும் கூராக உள்ளன. தனிப்பட்ட தலைப்பகுதியோ தாடைகளோ இல்லை. லான்சியோலேட்டுகள் மணலில் புதைந்து, வாய்ப்பகுதி மட்டும் மணலின் வெளியே தெரியும்படி இருக்கும். முன் முனை சிறிது கீழ் நோக்கி வளைந்தும், உடற்பகுதி அகன்றும், வால் ஈட்டி போன்றும் இருக்கும். முதுகுப்பகுதியில் ஒரு நீளமான குறுகிய முதுகுத் துடுப்பும் வயிற்றுப் பக்கத்தில் அதே போன்ற வயிற்றுத்துடுப்பும், வாலில் ஓர் அகன்ற வால் துடுப்பும் உள்ளன. உடலின் பக்க வாட்டில் இரு புறமும் உள்ள துடுப்புகள் பக்கத்துடுப்புகள் அல்லது பக்க வயிற்று மடிப்புகள் (Metapleural folds) எனப்படும். வரிசையாகக் கண்டங்கள் போன்றமைந்த தசைக்கற்றைகள் (Myotomes) உடலை வளைக்க உதவுகின்றன.

நெப்ரிடியாக்கள், பழுப்புப் புனல்கள், சிறு நீரக பப்பில்லாக்கள் ஆகியன அம்பியாக்சசின் கழிவு நீக்க உறுப்புகளாகும். குழல் போன்ற அமைப்புடைய நெப்ரியாக்களில் இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. முதல் நிலைச் செவுள் வன்சட்டகத்தின் மேலுள்ள செங்குத்துப் பகுதியும் (Vertical limb), இரண்டாம் நிலை செவுள்வன்சட்டகத்தின் மேலுள்ள கிடை நிலைப்பகுதியும் (Horizontal limb) கொண்டுள்ளன. நெஃப்ரிடியத்தின் மேற் பரப்பில் கொத்துக் கொத்தாக அமைந்துள்ள சுடர்

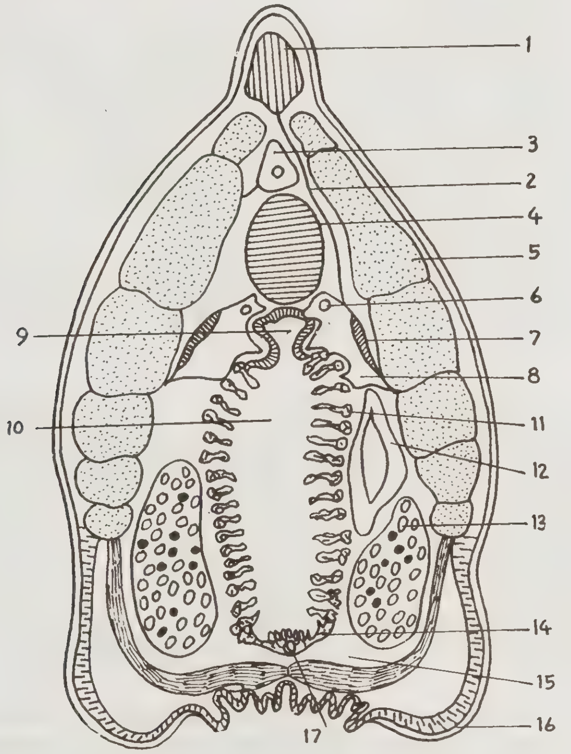


படம் 1- அம்பியாக்சஸ்

1. முதுகுப்பக்கத் துடுப்பு ஆரைப்பெட்டிகள் 2. நரம்புவடம் 3. முதுகு நாண் 4. தசைக்கட்டை 5. ஈட்டி போன்ற வால் 6. பெரு மூளப்பை 7. கண்புள்ளி 8. வாய்ப்புற சிரை 9. வாய்மூடி 10. சக்கர உறுப்பு 11. வீலார் உணர் நீட்சிகள் 12. வீலம் 13. செவுள் 14. தொண்டைக்கீழ் வரிப்பள்ளம் 15. தொண்டைச் சுற்றுப் பட்டை 16. தொண்டை மேல் வரிப்பள்ளம் 17. குடல் 18. கல்வீரல் பிதுக்கம் 19. எட்ரியத்துளை 20. மலப்புழை 21. முதுகுத்துடுப்பு 22. வயிற்றுத்துடுப்பு 23. வால் துடுப்பு 24. ஏட்ரியம் 25. தொண்டை 26. ஹேட்ஸ் செக்கின் குழி 27. இன உறுப்புகள்

செல்கள் (Flame cells) உள்ளன. சுடர் செல்கள், கழிவுப் பொருள்களை உடற்குழியிலிருந்து உட்கிரகித்து நெப்ரிடியத்தின் மூலம் மத்திய குழிக்குள்ளும், பின்னர் மத்தியக் குழிப் புழைவழியாகவும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. செல்களைக் கொண்டுள்ள ஹட்ஸ்செக்கின் நெப்டிரியமும் கழிவுநீக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது. கழிவு நீக்கம் உறுப்புகளாகக் கருதப்படும் பழுப்புப் புனல்கள் தொண்டையின் பின் முனையில் முதுகுப்புறமாக அமைந்துள்ளன. இவற்றின் அகன்ற பின் முனைகள் ஏட்ரியத்திலும், குறுகிய முன் முனைகள் உடற்குழியிலும் திறந்துள்ளன. ஏட்ரியத்தின் அடித்தளத்திலுள்ள எண்ணற்ற சிறுநீரகப் பாபில்லாக்களும் கழிவு நீக்க உறுப்புகளாகவே கருதப்படுகின்றன.

பெருமூளைப் பையை அடுத்துள்ள கருப்பு நிறமிகளைக் கொண்ட கண்புள்ளிகள் (Eyespots) ஒளியை உணரக்கூடியவை. அழுத்த வேறுபாடுகளை உணரக் கூடிய இன்ஃபன்டிபுலார் உறுப்பு (Infundipular organ), நுகர்ச்சித் திறனுடைய கொலிகரின் குழி (Kolliker's pit) ஆகியவை பெருமூளைப்பையின் பள்ளங்களாகக் காணப்படுகின்றன. வாய்ப்புற இழைகள், வீலார்



படம் 2. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. முதுகுப்பக்கத் துடுப்பு ஆரைப்பெட்டி 2. முதுகெலும்பு நரம்பு வேர் 3. நரம்பு வடம் 4. முதுகுநாண் 5. தசைக் கற்றை 6. பக்க முதுகுத் தமனி 7. பழுப்புப் புனல் 8. உடற்குழியின் முதுகுப் பகுதி 9. தொண்டை மேல் வரிப்பள்ளம் 10. தொண்டை 11. செவுள் பிளவு 12. கல்லீரல் பிதுக்கம் 13. இன உறுப்பு 14. தொண்டைக் கீழ் வரிப் பள்ளம் 15. எட்ரியம் 16. மெட்டாப்ளூரல் மடிப்பு 17. வயிற்றுப் பக்கப் பெருந்தமனி

உணர் நீட்சிகள் ஆகியவற்றின் மேலுள்ள நீட்சிகளான உணர்வு பாபில்லாக்கள் (Sensory papilla) தொடு உணர்வையும் (Tactile) வேதியியல் உணர்வையும் (Chemical perception) அறிவனவாகும். தசைக்கற்றையிலுள்ள உணர்வு நரம்பு முனைகள் உடலின் உள்ளேயே ஏற்படும் உள்தூண்டுதலை அறியும் உறுப்புகளாகும். ஹட்ஸ்செக்கின் குழி (Proprioceptors) உணர்வு உறுப்பாகக் கருதப்பட்டாலும் அதன் உணர்வுப் பணி இன்னும் முற்றாக அறியப்படவில்லை.

ஆண் பெண் அம்பியாக்சஸ் இடையே இன உறுப்புகளைத் தவிர வெளித்தோற்ற வேறுபாடு ஏதும் இல்லை. 26 இணை இனவுறுப்புகள் 25 ஆம் தசைக் கற்றை முதல் 50 ஆம் தசைக்கற்றை வரை அமைந்துள்ளன. இனவுறுப்பு நாளங்கள் இல்லாததால் முதிர்ந்த இனச்செல்கள், மத்தியக்குழி, மத்தியக்குழிப் புழை ஆகியவற்றின் வழியாக வெளியேறிக் கடல் நீரையடைந்து அங்குப்புறக்கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. வளர்ச்சிப் பருவங்களில் முதல் நிலையாக அம்பியாக்ஸ்வில் லார்வா தோன்றுகிறது. சமச்சீரமைப்பற்று, முதிர்ந்த ஆம்பியாக்சை விட, அமைப்பில் வேறுபட்ட அம்பியாக்சஸ் லார்வா நீர் மேற்பரப்பில் நீந்தி வாழும் ஆற்றலுடையது. சுமார் மூன்று மாதங்களில் இந்த லார்வா வளர் உருமாற்றமடைந்து முதிர்வடைகிறது.

நூலோதி பா. சீ.

1. **Sedgwick A,** *A Students Text Book of Zoology*, Central Book Dept, Allahabad, 1905.

2. **Ekambaranatha Ayyer,** *Manual of Zoology* Vol. II. S. Visvanathan, Madras-1971.

3. **Jordan, E.L.** *Chordate Zoology*., S. Chand & Co., New Delhi, 1970.

அம்பினியூரா

'அம்பினியூரா' (Amphineura) என்பது மெல்லுடலிகள் தொகுதியில் ஒரு வகுப்பாகும். 'கைட்டான்' (Chiton) என்னும் கடல் வாழ் உயிரிகள் இவ்வகுப்பில் அடங்கும். கைட்டான்கள் நீள்வட்ட வடிவில் தட்டையாய் அமைந்துள்ளன. அவை உடலின் மேற்புறம் குவிந்து சுண்ணத்தினாலான எட்டு ஓடுகளைக் கொண்டிருக்கும். இவ்வோடுகள் உடலுடன் ஒரு விதத் தசை நாரினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இம்மெல்லுடலிகளில் இரட்டை நரம்பு நாண்கள் உடலின் நெடுக்காகச் சமமாக அமைந்துள்ளதால் இவை அம்பினியூரா என்றழைக்கப்படுகின்றன.

அம்பினியூரா என்பது கைட்டான்களை மட்டுமே கொண்ட வகுப்பாகச் சிலரால் கருதப்பட்டாலும், 'பாலிபிளக்கோபோரா' (Polyplacophora) 'ஏபிளக்கோபோரா' (Aplacophora) என்ற இரு துணை வகுப்புகளைக் (Sub-class) கொண்ட ஒரு வகுப்பாகவும் சில ஆசிரியர்கள் கருதுகின்றனர் (Morton, 1967). இவ்விரு

துணை வகுப்புகளையும் வரிசைகளாகக் குறிப்பிடுவதும் உண்டு. ஷ்ராக் மற்றும் ட்வென்கோபெல் (Shrock and Twenhofel, 1953), ஹைமன் (Hyman, 1967), பார்னஸ் (Barnes, 1974) என்ற விலங்கியல் வல்லுநர்கள் இவற்றைத் தனித்தனி வகுப்புகளாகக் குறிப்பிடு கின்றனர். பார்னஸ் (Barnes) என்பார் இவ்விரண்டும் முன்பு அம்பினியூரா என்ற ஒரே வகுப்பாகக் கருதப் பட்டதாகக் கூறுகிறார். பாலிபிளக்கா போரா என்பது பல ஓடுகளுடையவை என்று பொருள்படும். இவ்வகை யில் கைட்டான்கள் அடங்கும். ஏபிளக்கோபோரா என்பது ஓடற்ற ஒரு வகை மெல்லுடலியைக் குறிக்கும்.

பாலிபிளக்கோபோரா (Polyplacophora). கைட்டான் களில் சுமார் 600 இனங்கள் உள்ளன. இவை உலகின் பல்வேறு கடல்களிலும் காணப்படுகின்றன. கைட் டான்கள் பெரும்பாலும் கடலோரப் பகுதியில் ஆழம் குறைந்த மேலாழப்பகுதி (Littoral zone) யில் உள்ள பாறைகளில் ஒட்டி வாழ்கின்றன. ஆயினும் சில வகைக் கைட்டான்கள் (குறிப்பாக லெபிடோகைட்டானா பென்தா-Lepidochitona bentha) 4200 மீட்டர் ஆழத் திலும் கூட வாழ்கின்றன. அட்லாண்டிக் கடற்கரைப் பகுதியில் வாழும் 'கீட்டோபுளூரா' (Chaetopleura) என்பவையே அளவில் மிகவும் சிறியவை (1,2. செ.மீ.). பசிபிக் கரைகளில் வாழ்கின்ற 'கிரிப்டோகைட்டான்' (Cryptochiton) என்பவையே மிகவும் பெரியவை (30 செ.மீ.). பெரும்பாலான இனங்களைச் சேர்ந்த கைட் டான்கள் 3 முதல் 12 செ.மீ. நீளத்தில் உள்ளன. கைட்டான்கள் பளிச்சென்ற வண்ணங்கள் கொண்ட வையல்ல. இவை மங்கிய சிவப்பு, பச்சை, மஞ்சள் ஆகிய நிறங்களில் இருப்பதுண்டு.

கைட்டான்களின் உடல் நீள்வட்ட வடிவில் முதுகுப் புறம் (Dorsal side) சற்றுக் குவிந்தும், வயிற்றுப்புறம் (Ventral side) தட்டையாகவும் இருக்கும். வயிற்றுப் புறம் தசையாலான பாதத்தையும் அடக்கியுள்ளது.

கைட்டான்களில் முதுகுப்புறத்தில் எட்டு ஓடுகள், பட்டையாய்க் கிடைமட்டத்தில் ஒன்றில் மற்றொன்று சிறிது பதிந்தபடி ஒரே வரிசையால் விளிம்பின் மீது உள்ளன. இவ்வோடுகள் ஒரே மாதிரியில்லை. தலைப் பகுதியில் உள்ள முதலாவது பட்டையும், மலத்துளைக் கருகில் உள்ள எட்டாவது பட்டையும், இடையில் உள்ள மற்ற ஆறு பட்டைகளின்றும் வடிவத்தில் மாறு பட்டவை. முன்னவை அரைவட்ட வடிவாயும், பின்னவை நீள் சதுர வடிவாயும் உள்ளன. இவ்வோடு கள் அமைப்பில் இரண்டு அடுக்குகளைக் கொண்டவை. மேலடுக்கு 'டெக்மென்டம்' (Tegmentum) என்றழைக் கப்படுகிறது. இது காங்கியோலின் (Chonchiolin) என்ற புரதப் பொருளாலானது. இதில் சுண்ணப் பொருள் பதிந்துள்ளது. 'ஆர்டிகுலோமெண்டம்' (Articulomentum) எனப்படும் கீழடுக்கு அதிக கன மானது. இது முழுவதுமாகச் சுண்ணத்தினாலானது. சமமற்ற இவ்விரு அடுக்குகளில் கீழடுக்கு, மேலடுக்கை விடப் பரப்பு அதிகமானது. இதன் நீண்ட பகுதி அடுத்த ஓட்டுக்கடியில் செலுத்தப்பட்டுள்ளது. அதில் சிறு துளைகள் பலவுள்ளன. மேலடுக்கில் பலவித வரி வடிவங்களுண்டு. இவற்றினுள் நரம்பு முனைகள் செலுத்தப்பட்டு, இவை உணர்வுறுப்புகளாகச் செயல் படுகின்றன. ஓடுகள் ஒன்றின் மீது ஒன்று ஏறியபடி யிருப்பதால், முதுகுப் பகுதி வளையக் கூடியதாய் உள்ளது. ஆகவேதான் கைட்டான்கள் துன்புறுத்தப் படும்போது சுருண்டு கொள்ள முடிகிறது.

கைட்டான்களின் உடலின் மேற்புறத்திலும் பக்க வாட்டிலும் உள்ளுறுப்புகளை மூடியபடி 'மேன்டில்' (Mantle) எனப்படும் 'உடலுறை' அல்லது 'உடற் போர்வை' உள்ளது. இவ்வுறை உடலின் முதுகுப் புறத்தில் பட்டைகளின் ஓரங்களை மட்டும் மூடியபடி யுள்ளதால் ஓட்டுப் பட்டைகளின் 'டெக்மென்டம்' மட்டும் வெளியில் தெரியும்படி பதிந்துள்ளது. இவ் வுறை பக்கவாட்டில் ஒரு வளையம் போல் அமைந் துள்ளது. இது கெர்டில் (Girdle) என்றழைக்கப்படு கிறது. கெர்டில் ஓடுகளின் பக்கவாட்டு முனைகளி லிருந்து நீண்டுள்ள உடலுறையின் பகுதியாகும். இது மிகவும் கடினமானது. இதன் மேற்புறம் சிறு செதில்கள் அல்லது இழைகள் போன்ற அமைப்புகளால் மூடப் பட்டுள்ளது.

உடலின் அடிப்பாகத்தின் (வயிற்றுப் பாகம்) பெரும் பகுதி தசையாலான, தட்டையான பாதத்திலானது. இப்பாதம் ஊர்ந்து செல்வதற்கும் பாறைகளில் ஒட்டிக் கொள்வதற்கும் உதவுமாயினும், இவை துன்புறுத்தப் படும் போது கெர்டிலும் உடலில் ஒட்டிக் கொள்ள உதவுகிறது. இவ்வளையம் முதலில் பாறையில் நன் றாகப் படிகிறது. பின்னர் ஓரம் மட்டும் ஒட்டியுள்ள படி நடுப்பகுதி உயர்த்தப்படுகிறது. இதனால் வெற் றிடம் ஏற்பட்டு உடல் இறுக்கமாக ஒட்டிக் கொள் கிறது.

கைட்டான்கள் நத்தைகளைப் போலவே மிகவும் மெதுவாக ஊர்ந்து செல்கின்றன. இவை அலை ஏற்ற இறக்க இடைப்பகுதியில் வாழ்பவை. ஓத வற்றத்தின் போது அசையாமல் பாறையில ஒட்டியிருக்கும் கைட் டின்கள் ஓத ஏற்றத்தின் போது மட்டுமே ஊர்ந்து செல்லும். மேலும் இவை ஒளியைத் தவிர்ப்பன. ஆகவே சூரிய ஒளியை விட்டு விலகிப் பாறையடியில் உள்ள இருளை நாடும். மேலும் இவை இரவு நேர ஓத ஏற்றத்தின் போதே அதிகம் நடமாடுகின்றன.

உடலின் பக்கவாட்டில், ஓடுகளுக்கும் பாதத்திற்கும் வெளிப்புறத்தில் இருபுறமும் வளைப் பட்டையால் மூடப்பட்ட இரு 'மூச்சுக் கால்வாய்கள்' உள்ளன. இவை 'பாலியல் கால்வாய்' (Pallial Groove) எனப் படும். இவற்றுள் சுவாச உறுப்புகளாக இலை போன்ற அமைப்புடைய செவுள்கள் உள்ளன. இவற்றின் எண் ணிக்கை பக்கத்திற்கு 6 முதல் 80 வரை இனத்திற் கேற்ப வேறுபடுகிறது. உடலின் முன் பகுதியில் உள்ள இரு உட்செல்லும் வடிகுழாய் (Inhalent siphon)கள் மூலமாகக் கடல்நீர் சுவாசக் கால்வாய்க்குள் வருகிறது.

மலத்துளையினருகில் அமைந்துள்ள இரு வெளிச் செல்லும் வடிகுழாய்கள் (Exhalent siphon) வழியே நீர் வெளியேறுகிறது. கடல் நீர் சுவாசக் கால்வாயினுள் செல்லும்போது செவுள்களில் வாயுமாற்றம் ஏற்படு கிறது. இவை பெரும்பாலும் பாசிகளைச் சுரண்டி உண்ணும். இவற்றின் உணவு மண்டலம் மிகவும் எளி மையான அமைப்புடையது. உடலின் முன்பகுதியில் அடிப்பாகத்தில் பாதத்திற்குச் சற்று முன்னதாக வாய் உள்ளது. வாயினையடுத்து வாய்க்குழி (Buccal cavity) உள்ளது. வாய்க்குழியினையொட்டி, இதனுள் திறந்த படி சிறு பை ஒன்றுள்ளது இப்பையினுள் ராடுலா (Raoula) எனப்படும் சுரண்டும் நாக்கு உள்ளது. அரம் போன்ற இந்நாக்கில் வரிசைக்கு 17 பற்கள் கொண்ட இரு வரிசைப் பற்கள் உள்ளன. இதனையொட்டி ஓடொன்டோபோர் (Odontophore) எனப்படும் உணர் வுறுப்புள்ளது. கைட்டான்கள் உண்ணும் போது ஓடோன்டோபோரும், ராடுலாவும் வெளியே நீட்டப் படுகின்றன. உணவு வாய்க் குழிக்குள் வந்ததும் வாய்க் குழியின் மேல் உள்ள ஒரு இணை உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் உமிழ் நீரைச் சுரக்கின்றன. உமிழ் நீரில் நொதிகள் (Enzyme) கிடையா. இது உணவைக் கடத்தவும், ராடு லாவின் உராய்வைத் தடுக்கவும் மட்டுமே பயன்படும்.

வாய்க்குழியைத் தொடர்ந்து உணவுக் குழாய் உள்ளது. இதனுள் 'அமிலேஸ்' எனும் நொதியைச் சுரக்கின்ற உணவுக் குழாயைத் தொடர்ந்து உள்ள இரைப்பையின் புரதம் சிதைக்கும் நொதிகள் (Proteolytic enzymes)சுரக்கின்றன. இரைப்பையைத் தொடர்ந்து குடல் உள்ளது. இது நீண்டு சுருண்டுள்ளது. இரைப் பையிலும், குடலின் முன் பகுதியிலும், செரித்தலும் உறிஞ்சுதலும் முடிவுறுகின்றன. குடலின் பின் பகுதியில் செரிக்கப்படாத உணவு சிறு புழுக்கைகளாக மாற்றப் பட்டு, மலத்துளை வழியாக வெளியேறுகிறது.

கைட்டான்களின் இதயம் குடலுக்கு மேலும், கடைசி இரண்டு ஓட்டுத் தகடுகளுக்குக் கீழும் உள்ளது. இது மூன்று அறைகளாலானது. 'ஆரிக்கில்கள்' எனும் இரண்டு மேலறைகளும் வெண்டிரிக்கின் எனப்படும் ஒரு கீழறையும் இதில் உள்ளன. இதயம் வெளி உறை (Pericardium) யால் மூடப்பட்டுள்ளது, கைட்டான் களில் ஒரே ஒரு தமனிதான் உள்ளது. சிரைகளும் தந்துகிகளும் இல்லை. இரத்தம் திசுவிடைப் பகுதி களின் வழியாகச் சுற்றுகிறது.

கைட்டான்களின் கழிவு நீக்கம் நெப்ரிடியா எனப் படும் சிறுநீரகக் குழாய்களால் நடக்கிறது. இரு சிறு நீரகக் குழாய்கள் உள்ளன. இவை இதய வெளியுறை யினை ஒட்டி, உடலின் முன் பகுதி வரை பரந்தும் உள்ளன. நீக்கப்பட்ட கழிவு சிறுநீரகத்துளைகள் (Nephridiopores) வழியே வெளியேறுகிறது.

கைட்டான்களின் நரம்பு மண்டலம் மிகவும் எளிய அமைப்புக் கொண்டது. மூளை எனும் தனி உறுப்பு கிடையாது. தலைப் பகுதியில் உணவுக் குழாயைச்சுற்றி ஒரு நரம்பு வளையம் (Nerve ring) உள்ளது இதி லிருந்து உடலின் பல பகுதிகளுக்கும் நரம்புகள் செல் கின்றன.

ராடுலாவுடன் அமைந்துள்ள உணர்வுறுப்பைத் தவிர ஓட்டின் மேற்புறத்தில் பல சிறு உணர்வுறுப்புகள் அமைந்துள்ளன. சிலவகைக் கைட்டான்களில் இவை 'ஏஸ்தெடி' எனப்படும் கண்கள் ஆயிரக்கணக்கில் அமைந்துள்ளன. இவை ஓட்டின் மேல் உள்ள துளை களுள் செலுத்தப்பட்ட நரம்பு முனைகளின் மாறிய அமைப்புகளாகும். மேலும் உடற்போர்வையின் மேற் பகுதி தொடுவுணர் உறுப்பாகவும் செயல்படுகின்றது.

கைட்டான்களில் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித் தனியே காணப்படுகின்றன். ஆண்களில் ஒற்றை விந்த கமும் (Testis), பெண்களில் ஒற்றை அண்டகமும் (Ovary), இதயத்திற்கு முன்னதாக அமைந்துள்ளன. இவற்றிலிருந்து முறையே விந்தும் (Sperm), முட்டை அல்லது அண்டங்களும் (Ova) இரு சிறிய குழாய்கள் மூலம் வெளியிடப்படுகின்றன. கருவுறுதல் கடல் நீரில் நடக்கிறது. முட்டைகள் பொரிந்து ட்ரோகோபோர் (Trochophore) எனப்படும் லார்வா வெளிவருகிறது. இது சுமார் ஆறு மணி நேரம் நீந்துகிறது. பின்னர் உரு மாறிக் கைட்டானாக வளர்கிறது. மற்ற மெல்லுடலி களில் உள்ளது போல் வெலிஜர் (Veliger) என்னும் லார்வாப் பருவம் கைட்டான்களின் வளர்ச்சியில் இல்லை. சிலவகைக் கைட்டான்கள் (எ.கா. Callistochiton) தம் முட்டைகளை உடற்போர்வைக்குள்ளேயே பொரித்துக் குஞ்சுகளை வெளியிடும்.

கைட்டான்கள் மனிதருக்குப் பயன்படுவதில்லை. இவற்றின் இறைச்சியில் உள்ள கெட்ட நாற்றம் காரண மாக இவற்றை மனிதர் உண்பதில்லை.

ஓடற்ற மெல்லுடலிகள்

இவை சுமார் 130 இனங்களைக் கொண்ட ஓடற்ற புழுப்போன்ற மெல்லுடலிகளின் தொகுதியாகும். இவை 'சொலினோ காஸ்டர்'கள் (Solenogasters) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை கடலின் ஆழப் பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. உலகின் பல கடல்களிலும் காணப்படும் இவை 5 செ.மீ. நீளத்திற்கு மேல் வளர் வதில்லை, இவை 'கீட்டோடெர்மோமார்பா' (Chaetodermomorpha), 'நீயோமெனிமார்பா' (Neomenimorpha) என்ற இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. முன்னவை கடலினடியில் சேற்றில் புதைந்தும், பின்னவை கடற்பவளங்களில் (Corals) பதிந்தும் வாழ்கின்றன. இவற்றின் உடல் உடற் போர்வையால் மூடப்பட்டுள்ளது. கீட்டோடெர்மா மார்பா என்னும் பிரிவைச் சேர்ந்தவை நீண்டு உருண்ட உடலைக் கொண்டவை. உடலின் கடைப் பகுதியில் ஓர் இணைச் செவுள்கள் உள்ளன. (எ.கா. கீட்டோ டெர்மா). நீயோமென்மார்பாவைச் சார்ந்தவை கட்டையாயும் தடித்தும் உள்ளன. உடலின் கடைப்

பகுதியில் ஓர் இணைச் செவுள்கள் உள்ளன. (எ.கா. கீட்டோடெர்மா). உடலின் அடிப்பகுதியில் ஒரு பாதப் பிளவு (Pedal grove) உள்ளது. (எ.கா, நியோமெனியா) இவற்றின் ஓடுகளற்ற தன்மையால் மட்டும் இவற்றை மெல்லுடலிகள் என்று அடையாளம் காண்பது அரிது. ஆயினும் ராடுலா, செதில்கள், நரம்பு மண்டலம் ஆகியவை சைட்டானில் உள்ளது போல் அமைந்துள்ளன. இத்தன்மைகளைக் கொண்டே இவற்றை இனம் கண்டு கொள்ள முடிகிறது.

எம். உ.

நூலோதி

Barnes, R. D. *Invertebrate zoology*, 3rd Edn. W.B. Saunders Co., 1974.

Hyman, L.H., *The Invertebrates*, Vol. 6 Mollusca I McGraw-Hill, New York, 1967.

Morton, J.E., *Molluscs*, Hutchinson University Library, London, 1967.

Shrock, R.R. *Twenhofel*, Principles of Invertebrate Palenotology 2nd Edn., McGraw-Hill, New York, 1953.

அம்ஃபீட்டமின்கள்

மனச் செயலாற்றல் மீது வினையாற்றும் மருந்துகளைப் பொதுவாக நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :

1) மனதைத் தூண்டி அதன் வினையாற்றலை ஊக்குவன (Psychic stimulants)

2) மனதை அடக்கி அதன் வினையாற்றலைக் குறைப்பன (Psychic depressants)

3) மனதின் செயலாற்றலைத் திரித்துப் பேதலிக்க வைப்பன. (Psychotomimetic drugs)

4) பேதலித்த மனதை அமைதிப்படுத்தி நிலை நிறுத்துவன (Tranquillisers)

இவற்றில் அம்ஃபீட்டமின்கள் முதல் வகையைச் சார்ந்தன. அம்ஃபீட்டமின்கள் என்ற பெயருடைய மருந்து ஒன்றே ஆயினும், இதைப் போன்ற மூலக்கூறு கூட்டமைப்பும் (Molecular structure) செயல்வன்மையும் பெற்ற மருந்துகள் இப்பெயரிலேயே "அம்ஃபீட்டமின்கள்" என்ற வகையில் வைக்கப்பட்டன.

ஹிராயின் (Heroin) என்ற மருந்து எங்ஙனம் "பாழ்ப்பயன்" (Abuse) படுத்திகளில் தலையிடத்தைப் பெறுகிறதோ (Principle drug of abuse) அதைப்போல் இம்மருந்துகள், "ஆபத்தான மருந்துகள்" (Dangerous drugs) என்ற பெயரைப் பெற்றுள்ளன. சிரைவழி (Intra venously) பெரியஅளவில் அம்ஃபீட்டமின்களைச் செலுத்திக் கொள்வது, பாழ்ப்பயன்படுத்திகளிலேயே மிகவும் கெடுதல் பயப்பதாகும்.

இந்த அம்பீட்டமின்களின் வரலாறு 1920 ஆம் ஆண்டில் இறுதிப் பகுதியில் ஒரு சிறு சிக்கலிலேயே தொடங்கிற்று. இயற்கையில் கிடைக்கும் எஃபிடிரின் (Epherdine) என்ற ஆஸ்த்மா (Asthma)விற்குப் பயன்படும் மருந்தைத் தொகுக்க (Synthesis), அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் கிழக்கு, மேற்குக் கரைகளில் உள்ள இரு குழுக்கள் முயன்றன. அவை தனித்தனியே அம்ஃபீட்டமின் மருந்தைக் கூட்டமைத்து, அவற்றின் வினையாற்றலை ஆராய்ந்தன. பிறகு இரண்டுமே வியாபார உரிமை (Patent) பெற முயன்றன. நடந்த வழக்கின் முடிவில், கலிஃபோர்னியாவின் மருந்தியல் வல்லுநரான கோர்டன் அல்லஸ் (Gorden Alles) என்பவரே 1932 ஆம் ஆண்டில் வியாபார உரிமையைப் பெற்றார். அவர் தன்னுடைய உரிமையை ஸ்மித், கிளைன் என்பவர்களிடமும், ஃபிரெஞ்சு சோதனைச் சாலையாரிடமும் (Smith, Kline & French Laboratories) கொடுத்தார்.

அம்ஃபீட்டமின்களின் முக்கியமான மருந்தியல் குணங்கள் அனைத்துமே 1939 ஆம் ஆண்டின் இறுதிக்குள்ளாகவே காணப்பெற்றன. 1930 இல் பைன்ஸும் (Pines) அவரைச் சார்ந்த துணையாளர்களும் அம்ஃபீட்டமினிற்கு இரத்த அழுத்தத்தைக்குவிக்கும் சக்தி (Pressure effects) உண்டு எனக்கண்டனர். 1933 இல் அல்லஸ், அம்ஃபீட்டமினிற்கு மூச்சுக் கிளைக்குழலை விரிவாக்கும் தன்மை (Bronchodilator effect), சுவாசத்தைத் தூண்டும் தன்மை (Respiratory stimulant effect), களைத்த மூளையைத் தூண்டும் பண்பு (Analeptic action) ஆகியன உண்டு என்று கண்டு, இதன் இவ்வினைத்திறனை எபினொஃப்ரினின் (Epinephrine) வினையாற்றலோடு ஒப்பு நோக்கினார். 1935 இல் பிரின்சுமெட்டல் (Princemetal), புளூம்பெர்க் (Bloomberg) என்ற இரு அறிஞர்கள், அம்ஃபீட்டமினின் நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டும் திறனைக்கொண்டு, நார்கோலெப்ஸி (Narcolepsy) என்ற பகலிலேயே அடிக்கடி தூக்கம் ஏற்பட்டு நினைவிழக்கும் நோயை மருத்துவ முறையில் குணப்படுத்த முடியும் எனக் கண்டனர். இதனால் இம்மருந்து மூக்கடைப்பு நீக்கியாகவும் (Nasal decongestant), நுரையீரல் ஆஸ்த்மாவிற்கும், அடிக்கடி ஏற்படும் தூக்க நோயைத் தடுக்கவும் ஏற்ற மருந்தாக மருத்துவத்தில் உபயோகப்படலாயிற்று.

இம்மருந்து மைய நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டுவதனால் மனத்தின்களைப்பையும், உடலின் களைப்பையும் நீக்கி, அவற்றை இயற்கைக்கு மீறிய மிகை வேகத்தோடு தொடர்ச்சியாகச் செயலாற்ற வைக்கிறது என்

பதைக் கண்ட பாதுகாப்பு மையத்தைச் சேர்ந்த மருத்துவ அறிஞர்கள், போர் வீரர்களுக்குப் போர்க் காலங்களில் இதைக் கொடுக்கத் தொடங்கினர். தொழிலாளர்களுக்கும்கூட உற்பத்தித் திறனைப் பெருக்கப் பயன்படுத்தலாயினர். இரண்டாவது உலகப் போரில் இம்மருந்து இருதிறத்துப் போர் வீரர்களுக்கும், தொழிலாளர்களுக்கும் ஏராளமாக அளிக்கப்பட்டது. ஆங்கிலேய துருப்புக்களுக்கு மட்டும் 7.2 கோடி அம் பீட்டமின் மாத்திரைகள், உடலும் மனமும் தளராமல் கடுமையாக இயங்க வேண்டிய கட்டங்களில் தரப் பட்டன. ஜப்பானில் போர்க் காலங்களில் இம்மருந்து மிகவும் பயன்படுத்தப்பட்டது. போரின் முடிவில், எஞ்சிய இம்மருந்துகள் ஜப்பானின் சந்தைகளில் ஏராள மாக விற்கப்பட்டன. இதனால் கடுமையான நச்சு வினைகள் (Severe toxic reactions) மக்களிடையே தோன்றலாயின. 1960 இலிருந்து 1969 வரை இம் மருந்து பாழ்ப்பயன்படுத்தப்படுவது, உச்ச கட்டத்தை எட்டலாயிற்று. கடுமையான நச்சு வினைகளும் பரவ லாகத் தோன்றத் தொடங்கின.

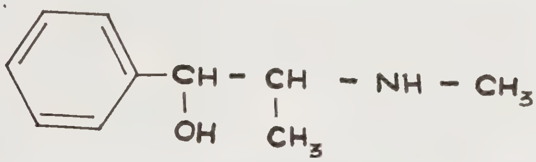
வேதியியல் குறிப்பு: அம்ஃபீட்டமின்கள் எஃபிடிரின் வகையைச் சார்ந்தன; ஆனால் சற்று மாறுபட்டன. இவற்றின் மூலக்கூறமைப்பு (Molecular structure) ஃபினைல் ஐஸோபுரோப்பைல் அமின் (Phenyl Isopropyl Amine) போன்று உள்ளது (Isosteric).

அம்ஃபீட்டமின் வகையைச் சார்ந்த மருந்துகளாவன:

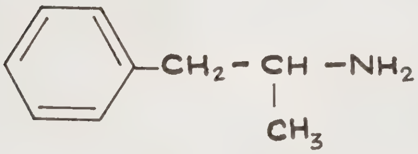
1.	அம்ஃபீட்டமின்	:	Amphetamine
2.	மெத் அம்ஃபீட்டமின்	:	Methamphetamine
3.	ஃபென்டெர்மின்	:	Phentermine
4.	குளோர்ஃபென்டெரிமின்	:	Chlor Phentermine
5.	ஃபென்ஃப்ளூராமின்	:	Fenfluramine
6.	பென்ஸ்ஃபீட்டமின்	:	Benzphetamine
7.	ஃபென்பமெட்ரசின்	:	Phenmetrazine
8.	ஃபென்டைமெட்ரசின்	:	Phendimetrazine
9.	டை எதில் புரோபியான்	:	Diethyl Propion
10.	மிதில்ஃபெனிடேட்-ரிடாலின்	:	Methyl Phenidate-Retalin
11.	பிமோலின்	:	Pemoline
12.	டிரேனைல் ஸைப்ரோமின்	:	Tranylezy Promine

ஆகியன.

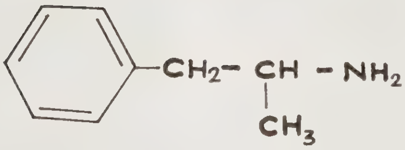
எஃபிடிரின்



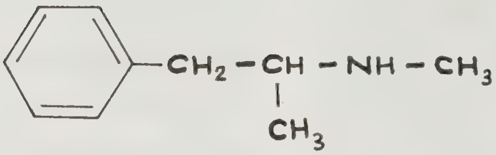
ஃபினைல் ஐஸோ புரொபைல் அமின்



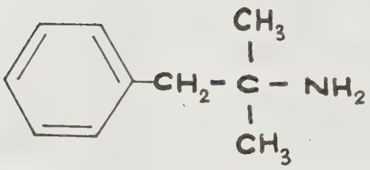
1. அம்ஃபீட்டமின்



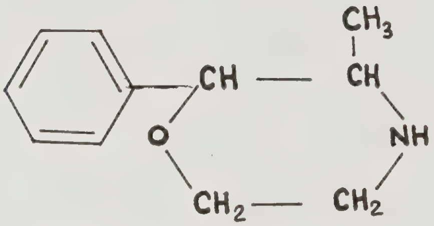
2. மெத் அம்ஃபீட்டமின்



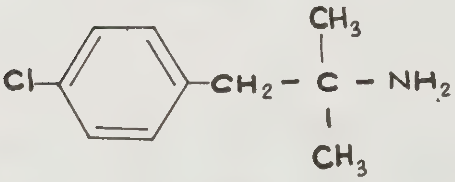
3. ஃபென்டெர்மின்



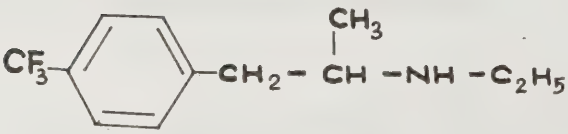
7. பென்மெட்ரசின்



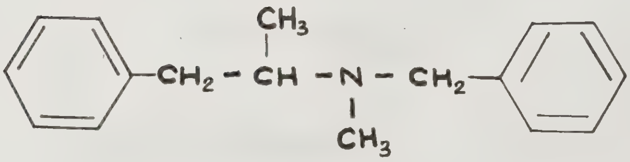
4. குளோர் ஃபென்டெர்மின்



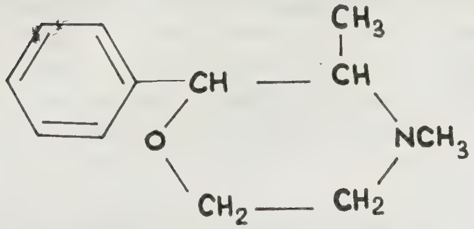
5. ஃபென்புளுராமின்



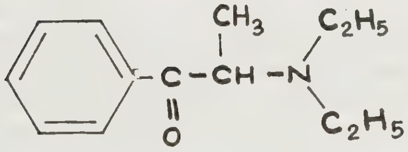
6. பென்ஸ்மிட்டமின்



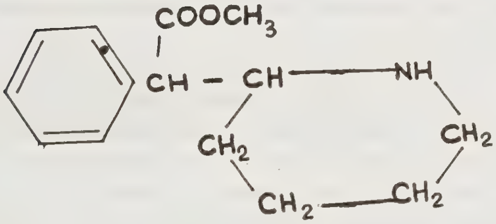
8. ஃபென்டைமெட்ரசின்



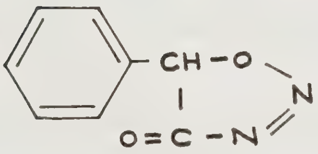
9. டை எத்தில் புரொபியான்



10. மெத்தில் ஃபெனிடேட்



11. பிமோலின்



12. டிரேனைல்சைப்ரோமின்

அம்பீட்டமின்(+)மாற்றியம் (Dextro optical isomer), (—)மாற்றியம் (Levo), (±) மாற்றியம் (Racemic form) ஆகியவற்றைவிட வினையாற்றல் அதிகம் உடையது.

அம்பீட்டமினின் மருந்தியல் குணங்கள்

அம்பீட்டமின்கள் மூளை மீதும், மைய நரம்பு மண்டலத்தின் மீதும் செயல் புரிகின்றன. இச்செயல்கள் 12 மணி நேரத்திலிருந்து 24 மணி நேரம் வரை நீடிக்கின்றன. இவற்றின் செயல்கள் மற்ற எதிர்மறை மனத்தாழ்த்திகள் போலல்லாது உட்கொள்ளப்பட்டவுடனே வேலை செய்யத் தொடங்கிவிடுகின்றன.

இவை மைய நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டி, மனத் தளர்ச்சியை நீக்கி, விழிப்புணர்வை (Alertness) மிகுவிக்கின்றன. மனதை ஒருங்குபடுத்தும் திறனும் (Ability to concentrate), உள்ளத்துணிவும் (Confidence மூளையின் செயல்வன்மையும் கூடுகின்றன. பேசும் வன்மையும், செயல் வன்மையும் உயர்கின்றன. உள்ளத்தின் தூண்டுதலினால் உடலின் வினையாற்றும் திறனும் கூடுகிறது. மனம் ஒரு மகிழ்ச்சியான, உற்சாகமும் துணிவும் கொண்ட நிலையைத் தொடர்ச்சியாக அடைகிறது. ஆனால் அம்பீட்டமினின் இச்செயல்கள், அதைத் தொடர்ச்சியாக அளிக்கும்போது குறைந்து கொண்டே வரும். இதனைத் தாங்குதிறன் (Tolerance) என்று கூறுவர்.

அம்பீட்டமினின் வினையாற்றலுக்கு அடிப்படை மூளையின் நரம்பணுக்களுக்கு இடையே நார்அட்ரினலின் (Neuro adrenalin) என்னும் நரம்பு செய்தித் தொடர்பி (Nor transmitter) விடுவிக்கப்படுவது. (2) மேலும், விடுவிக்கப்பட்ட நார்அட்ரினலின் நரம்பணுக்கள் திரும்ப எடுத்துக்கொள்ளப்படாமல், அம்பீட்டமின்களால் தடுக்கப்பட்டுவிடுவதால் நரம்பு உணர்வு ஏற்பிகளின் (Receptors for the neuro transmitters) மையங்களின் இவற்றின் அடர்வு கூடுகிறது.

இதனால் மூளையின் பரிவுமண்டலம் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. நடுவண் தொடர்பு தூண்டு மண்டலத்தைத் (Reticular activating system) தூண்டுகிற மூளை உண்மையாகவே 'முழுச் செயல்வன்மையுடன்' இயங்கத் தொடங்குகிறது. இதுதான் தளர்ச்சியின்மைக்கும் மனவன்மைக்கும் காரணம். மேலும், மூளையின் நடுமுன் மூளைத்திறன் (Median for brain bundle) என்ற பகுதியும் தூண்டப்படுகிறது. மூளையின் இப்பகுதி தூண்டப்படுவதால் மனதில் உற்சாகமும், திருப்தியும், மகிழ்ச்சியும் விளைகின்றன.

இம்மருந்துகள், முக்கியமாக அம்பீட்டமின் ஈரலின் மைக்ரோஸோம்களில் (Liver microsomes) பாரா ஹைட்ராக்ஸி நார்எஃபிடிரின் (Para hydroxy norephedrine) என வளர்சிதை வினை மாற்றம் அடைகின்றன. இந்த மாற்றப்பொருள் ஒரு "பொய் நரம்புணர்வுக் கடத்தித் தொடர்பியாக" (False neuro transmitter) இயங்குகிறது. அம்பீட்டமினின் வீரியம் தொடர்ந்த உபயோகத்தினால் குறைந்து, தாங்கும் தன்மை உருவாவதற்குக் காரணமாகிறது.

அம்பீட்டமின்களின் மருத்துவப் பயன்கள்

1) இம்மருந்துகள் பகலிலேயே அடிக்கடி நினைவிழந்து உறக்கத்தில் ஆழும் நார்கொலெப்ஸி (Narcolepsy) என்ற அரிய நோயைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

2) குழந்தைகளிடையே மனவளர்ச்சி குறைவின் காரணமாகத் தோன்றும் ''மிகை இயக்க நோயைக்'' கட்டுப்படுத்திக் குணமாக்க இவை பயன்படுகின்றன. எப்போதும் வேகமாக ஓடியாடி, ஓரிடத்தில் அமர்ந்து படிக்கவோ, எழுதவோ தயங்கும் இக்குழந்தைகளை ''மிகை இயக்கக்குழந்தைகள்'' (Hyperkinetic children) என அழைப்பர். அம்பீட்டமின் ஒரே ஒரு அளவைக்குப் பிறகு கூட இக்குழந்தைகள் முன்னேற்றமடைவதை உடனடியாகக் காணலாம். மேலும் இக்குழந்தைகள் பெரிய அளவை அம்பீட்டமினைத் (40 மில்லிகிராம் அளவை வரை) தாங்கும் வன்மை உடையவர்கள்.

3) மனதை மகிழ்வித்து ஊக்கம் உண்டாக்கும் மருந்தாகவும் (Euphoriant), மனத்தளர்ச்சியைக் குணப்படுத்தும் மருந்தாகவும் இவற்றை மனநோய் மருத்துவர்கள் பயன்படுத்துகின்றனர்.

4) பசியை நீக்கவும், அடக்கவும் (Anorexiants & appetitesuppressants) அதிக வன்மையுடைய இந்த மருந்துகள், உடல் பருமனைக் குறைக்கும். இவை பத்திய முறைக்கு (Dieting aids) உதவியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கீழ்க்கண்ட மருந்துகள் முக்கியமாக இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

1.	மெத் அம்பீட்டமின்	:	Methamphetamine
2.	ஃபென்டெர்மின்	:	Phentermine
3.	பென்ஸ்ஃபீட்டமின்	:	Benzphetamine
4.	டை எத்தில் புரோபியான்	:	Diethyl propion
5.	ஃபென்மெட்ரசின்	:	Phenmetrazine
6.	ஃபென்டை மெட்ரசின்	:	Phendimetrazine.

அம்பீட்டமின்களினால் விளையும் விரும்பத்தகா விளைவுகள்:

இம் மருந்துகளினால் விளையும் பெருமளவு விரும்பத்தகா விளைவுகளுக்குக் காரணம் இதையே மேலும் மேலும் பயன்படுத்தும் போது உடலில் தாங்கும்வன்மை உண்டாகிவிடுவதேயாகும்.

இம் மருந்துகளை முதன் முதலாகப் பயன்படுத்தும் போது உடல் நடுக்கம், பதட்ட நிலை (Anxiety), இதயம் வேகமாகத் துடிப்பதை உணர்தல், வாய் உலர்தல் (Dry mouth), தூக்கமின்மை (Insomnia) ஆகியன விரும்பத்தகா விளைவுகளாகும். முதலில் மனத்தில் தோன்றும் மகிழ்ச்சியான நிலைமை இம்மருந்துகளின் செயல்குன்றியவுடன் நீண்ட நேரம் கழித்து நீடித்த மனத்தளர்ச்சியாக (Lasting Mental depression) வடிவெடுக்கும்.

இந்த மருந்துகளை அளவுக்கு அதிகமாக ஒருவர் முதன் முதலாகப் பயன்படுத்தினால், அவர் உடலில், மூளை, இரத்த நாள, இதய மண்டலங்களில் நோயுடையவராக இருந்தால், அபாயகரமான விளைவுகள் நேரிடும். இரத்த அழுத்தம் அபாயகரமாக அதிகமாகி மூளைபோன்ற உயிர் நிலைகளில் முக்கியமாகக் குருதி நாளங்கள் அதிக அழுத்தத்தினால் வெடித்துவிடுவதால் மரணமே கூட விளைந்துவிடும். மேலும், அதிக அளவில் பயன்படுத்தும் போது மனம் சமநிலை குலைந்து (Loss of Mental equiliberium) அவருக்கு நச்சு உளநோய் (Toxic psychosis) உண்டாகவும் வாய்ப்புகள் அதிகம்.

இம்மருந்துகளை நீண்டகால அளவில் பயன்படுத்தும் போது, ஒருவர் உடலில் சகிப்புத் தன்மை (Tolerance) உண்டாகிவிடும். அப்பொழுது, அவர் அளவைக் கூட்டிக்கொண்டே போனால் கூடச் சிறிது தூக்கமின்மையைத் தவிர வேறு ஒன்றும் வேண்டா விளைவாக உண்டாகிறது. ஆகவே, பாழ்ப்பயன்படுத்திகள் (Abusers of Amphetamines) இந்தத் தூக்கமின்மை போன்றவற்றை நீக்க, மேலும் சட்டென்று அம்பீட்டமின் விளைவுகளை நிறுத்திவிடச் சாராயம் (Alchol), பார்பிட்சூரேட் வகையைச் சார்ந்த தூக்க மருந்துகள் (Hypno-Barbiturates), ஹீராயின், மரிஉவானா (Marihuana) போன்ற போதைப் பொருள்களை, இவற்றுடன் இணைத்தோ, இவற்றின் வினையாற்றல் முடியும் போதோ பாழ்ப்பயன்படுத்துகின்றனர்.

அம்பீட்டமின்களால் உண்டாகும்உளநிலைத்திரிபு (Amphetamine Psychosis)

சைசோஃபிரினியா (Schizophrenia) என்பது உள நிலைத்திரிபு நிலைகளில் ஒரு வகையாகும். இது, உளத்தில் கட்டுப்படாத, கண்டபடி எண்ணங்கள் (Bizarre thoughts) தோன்றுதல், மாயத் தோற்றங்கள் (Hallucinations), உணர்ச்சிகள் ஆகியன தோன்றுதல், சுற்றுப்புற மக்களிடையே அர்த்தமுள்ள பரிமாற்றங்கள் ஏற்படாமல் தடைப்படுதல் எனப் பலவகை அறிகுறிகளை உடையது.

அம்பீட்டமின்கள் உளத்தின் வினையாற்றலை மாறுபடுத்தி உளநிலைத்திரிபை உண்டாக்குகின்றன என்பதற்கு இரண்டு வகைச் சான்றுகள் உள.

1. அம்பீட்டமின் பாழ்ப்பயன்படுத்திகளின் உள்ளம் நாளடைவில் சிதைவடைந்து விடுகிறது.

2. ஆய்வக உயிரிகளிலும், இத்தகைய உளத்திரிபை இம் மருந்துகள் உண்டாக்குகின்றன.

அம்பீட்டமின் உளநிலைத்திரிபு கீழ்க்கண்ட பண்புகளை உடையது.

1. பதற்ற நிலை (Agitation), மனிதத்தன்மையற்ற அதீதமான அறியும் நிலை (Abnormal cognitive processes), எல்லோரும் நம்மை வெறுத்து ஒதுக்குவது போல் அல்லது அழிக்க முயல்வது போல் மாயை உண்டாதல் (Delusions of persecution).

2. ஏற்கனவே பாழ்ப்பயன்படுத்திப் பழக்கப்பட்டவர்களிடையே, அதிக அளவை அம்பீட்டமின் உடனே இந்த உளநிலைத்திரிபை உண்டாக்குகிறது.

3. ஏற்கனவே குணமடைந்த உள நிலைத்திரிபு நோயாளிகளிடையே (Schizophrenics) அம்பீட்டமின்கள், அதிக அளவில் கொடுக்கப்பட்டால் உடனே அந்த நோய் எவ்வித மாறுதலுமின்றித் திரும்பி விடுகிறது. ஆனால், லைஸர்ஜிக் அமில டை எதில் அமைட் (Lysergic Acid Diethyl Amide- L.S.D) போன்ற மனச் செயலாற்றலைப் பேதலிக்க வைத்து மனநிலைத்திரிபை உண்டாக்கும் மருந்துகள் (Psychotomemetics) உண்டாக்கும் பைத்திய நிலை புதியதாக, ஏற்கனவே இல்லாததாக உள்ளது.

4. இந்த உள்நிலைத்திரிபு, மைய நரம்பு மண்டலத்தின் டோபமின் பயன்படுத்தும் பகுதிகளின் Dopamine-regic tracts of the central nervous system) மிகையியக்கத்திலேயே ஏற்படுகிறது. டோபமின் ஏற்பி எதிர்ப்பிகள் (Antagonist of Dopamine Receptors) இந்நிலையிலிருந்து சமநிலைக்குக் கொணர உதவுகின்றன. எல்-டோபா (L-Dopa) என்ற மருந்து, மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் டோபமின் நிலையை உயர்த்துவதனால் இவ்வுளத்திரிபு நிலையைத் திரும்பவும் கொணர்ந்து விடுகிறது.

அம்பீட்டமின்கள் பாழ்ப்பயன்படுத்தப்படும் விதம் (Abuse of Amphetamines)

அம்பீட்டமின்களின் மன ஒருங்குபடுத்தும் தன்மையும் (Concentration), உடலின் செயலாற்றும் வன்மை அதிகரிக்கும் தன்மையும் பலவகைப்பட்டோர் இம் மருந்துகளைப் பாழ்ப்பயன்படுத்துவதற்குக் காரணமாக அமைகின்றன. வேலையில் களைப்படைந்து, மேலும் அதிக வீட்டு வேலையைச் செய்வதற்கு வாய்ப்பாக இருக்கும் என்று வீட்டு மகளிரும் (Housewives), இரவில் களைப்படையாமல், தூக்கமில்லாமல் நீண்ட தொலைப் பேருந்து வண்டிகளை ஓட்டிச் செல்வதற்கு வண்டி ஓட்டுநர்களும், களைப்பேயில்லாமல் மிகவும் தேவைப்படும் உச்ச நேரத்தில் மிகச் சிறப்பாக சாதனைகளைப் புரிய விளையாட்டு வீரர்களும், படிப்பதற்கு நிறையப் பகுதிகள் இருப்பதாலும் நேரம் குறைவாக இருப்பதாலும் தூக்கமில்லாமல் இரவு முழுவதும் விழித்திருந்து படிப்பதற்குத் தேவையை முன்னிட்டு மாணவர்களும், இம் மருந்துகளைப் பாழ்ப்பயன்படுத்தத் தொடங்கி விடுகின்றனர்.

இதைச் சாதாரணமாக மன உற்சாகத்திற்கும், அதிகமான அளவில் உழைக்க வேண்டும் என்பதற்கும் பாழ்ப் பயன்படுத்துவதே மிகவும் தீமையைப் பயப்பது. ஆனால், மிகவும் கொடுமையான ''வேகக்கொள்ளை'' (Speed epidemic) என்ற முறையில் பாழ்ப்பயன்படுத்துவது மிகவும் அஞ்சும் வண்ணம் தீமையைப் பயக்கும். இம்முறை மிகத் தீங்கான பலனைப் பாழ்ப்பயன்படுத்துவோருக்கு மட்டுமின்றி, அவரைச் சுற்றியுள்ளோருக்கும் விளைக்கும். இம்முறை 1960 ஆம் ஆண்டில் தொடங்கிற்று. இம்முறையில் அம்பீட்டமின் நேராகச் சிரையின் வழியாக இரத்தத்திற்குள் செலுத்தப்படுகிறது. அப்பொழுது, பாலினக் கலவியின் போது உச்சக்கட்டத்தில் விளையும் ஒப்பற்ற உணர்ச்சி (Orgasmic feeling) பாழ்ப்பயன்படுத்துவோர் உடலில் தோன்றுகிறது. மேலும், இவ்வுணர்ச்சிக்காகவே இப்பாழ்ப்பயன்படுத்திகள் மருத்துவ அளவைவிடப் பல மடங்காக, ஒவ்வொரு தடவையும், ஒரு நாளைக்குப் பல தடவைகளிலும் உபயோகப்படுத்தத் தொடங்குகின்றனர். இவர்களுக்கு ''வேக விபரீதர்கள்'' (Speed freaks) என்று ஒரு பெயரும் உண்டு. இவர்களுக்கு மாயத்தோற்றங்கள் தோன்றுதல், அடிக்கடி பெரும் கோபம் கொண்டு மனிதந்தன்மையற்ற வலிமையுடன் முறையின்றிச் செயல்படுதல், உடலெங்கும் சிறு பூச்சிகள் தோலுக்கடியில் ஊர்வது போன்ற உணர்ச்சிகள்-ஆகியன தோன்றும். கற்பனையாகப் பிறர் தங்களுக்கு அநீதி அல்லது தீங்கிழைத்தார்கள் எனக் கருதி இயற்கை மீறிய ஆற்றலுடன் பழிக்குப் பழி வாங்க விழைவதால் இவர்கள் சமூகத்தினருக்கு மிகவும் அபாயகரமானவர்கள்.

தமிழகத்தில் அம்பீட்டமின் மட்டும் 28% மாணவிகளால் பாழ்ப்பயன் படுத்தப் படுகிறது. 57% மாணவர்களால் பிற போதைப் பொருள்களுடன் பாழ்ப்பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உலகத்தின் அனைத்து நாடுகளும், அம்பீட்டமின்கள் பாழ்ப்பயன்படுத்தப் படுவதை உணர்ந்து, இம்மருந்துகளை உற்பத்தி செய்தல், இவற்றைப் பற்றி விளம்பரம் செய்தல், மருத்துவமுறையில் உபயோகித்தல் ஆகிய வற்றில் பெரும் கட்டுப்பாடும், ஒழுங்கு முறைகளும் கொணர்ந்துள்ளதால், தற்பொழுது இம்மருந்துகள் பாழ்ப் பயன் படுத்தப்படுவது பெருமளவில் குறைந்துள்ளது.

ஆர். த.

நூலோதி

1. F.H. Meyers, E. Jawetz and A. Goldfein., *Review of Medical Pharmacology*. Large Medical Publications, 6th Edition 1978.
2. Oakley Ray-Drugs, *Society and Human Behaviour*. The C.V. Mosby Company, Second Edition 1978.
3. A.G. Gilman, L.S. Goodman and A. Gilman *The Pharmacological Basis of Therapeutics*. Sixth Edition. Macmillan Publishing Company. Inc. 1980.
4. M.M. Glatt. *Drug Dependence*-Current problems and issues. MTP Press Limited., St Leonard House, Lancaster, England 1977.

5. *Editorial Research Reports on National Health Issues*: Published by Congressional Quarterly Inc. 141422. Street N. W. Washington D. C. 20037. 1977.

6. W.C. Clark and J. D. Guidice (Edt) *Principles of Psychopharmacology*, Second Edition Academic Press 1978.

7. Dennis E. Poplin *Social Problems Scoh Foresman and Company* Glenview, Illinois-1977.

8. Dr. S. Savitri: Dry addiction among the student community pp. 68—69.

அம்பு தொடுக்கும் மீன்

தென்கிழக்கு ஆசியப் பகுதிகளில் நன்னீர் நிலைகளிலும் கடல்களிலும் கழிமுகங்களிலும் 4 சிறப்பினங்களைச் சேர்ந்த அம்புதொடுக்கும் மீன்கள் (Archer fishes) காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் டோக்சோட்டஸ் ஜாக்குலேட்டர் (Toxotes jaculator) என்னும் சிறப்பினம் தென்னிந்தியாவில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. இது 'துப்பாக்கி மீன்' என்றும் வழங்கப்படுகிறது. இதன் உடல் மிகவும் சிறியது; அதிக அளவாக 18 செ.மீ. நீளம் வரை வளரக்கூடியது. பளிச்சிடும் வெண்ணிற உடலின் மேற்பரப்பில் 3 அல்லது 4 அகன்ற கருப்பட்டைகள் காணப்படுகின்றன. இம்மீனுக்கு முதுகுத் துடுப்பும், மலப்புழைத் துடுப்பும் உடலின் பின் பகுதியில் வால்துடுப்பிற்கு அருகில் அமைந்துள்ளன.

இது சேறுநிறைந்த பகுதியில் நீர்ப்பரப்பிற்குச் சற்றுக் கீழே நீந்திய வண்ணமிருக்கும். நீர்மட்டத்திற்கு மேலேயுள்ள இலைகளின் மேல் பூச்சிகள் காணப்பட்டால் இம்மீன் உடனே தன் தலைமுனையை நீருக்கு வெளியே நீட்டி வாய் வழியாக வெகு வேகமாக நீரைப் பீச்சி வீழ்த்துகிறது. குறிப்பிடத்தக்க குறிபார்க்கும் திறனுடைய இம்மீன்கள் ஏறக்குறைய 90 செ.மீ. தூரத்திலிருக்கும் பூச்சியைக் கூட இவ்வகையினால் வீழ்த்துகின்றன. ஒளிவிலகல் (Light refraction) பாதிப்பு ஏதுமின்றி இது நீரிலிருந்துகொண்டு, நீருக்கு வெளியே காணப்படும் பூச்சியைக் கண்டறிவது பெரும் விந்தையாகும். பூச்சியைக் கண்டவுடன் இது தன் உடலைக் கிட்டத்தட்ட செங்குத்தான நிலையில் வைத்துக் கொண்டு பூச்சியை வீழ்த்துவதற்கேற்ற தயார் நிலைக்கு வருகிறது. நீரை வெகுவேகமாக வாயிலிருந்து பீச்சுவதற்கேற்ப இதன் வாயில் சிறப்பான அமைப்பு ஒன்று உள்ளது. வாய்க்குழியின் மேலண்ணத்தில் 4 மி.மீ அகலமுள்ள வரிப்பள்ளம் ஒன்று காணப்படுகிறது. இரையை வீழ்த்த முற்படும் இம்மீன் முதலில் வாய் வழியே நீரை உள்ளிழுத்துக் கொள்கிறது; அடுத்து தன் தடித்த தசைப் பற்றுள்ள நாக்கை மேலண்ணத்தில் வரிப்பள்ளத்தை நோக்கி அழுத்திக் குழல் போன்ற நீண்ட அமைப்பை உருவாக்கிக் கொள்கிறது. பின்னர் இருபுறங்களிலுமுள்ள செவுள் மூடிகளை உட்புறமாக இழுத்துக் கொள்கிறது. இதனால் வாயினுள் இருக்கும் நீர் அதிக அழுத்தத்துக்குள்ளாகி, வாய்வழியே சிறிய நீர்த்திவலைகளாக வேகத்துடன் வெளியேறுகிறது. இவ்வாறு பீச்சப்படும் நீர் மிகத் துல்லியமாகப் பூச்சியைத் தாக்கிக் கீழே வீழ்த்துகிறது. வீழ்த்தப்பட்டு நீரில் விழும் பூச்சியை மீன் விரைந்து சென்று பிடித்து உண்ணுகின்றது. நீர்ப்பரப்பிற்கு மேலே செல்லும் நீரின் விசையை இம்மீனால் கட்டுப்படுத்த முடிவதில்லை. அதனால் பீச்சப்படும் நீரின் விசை மிக அதிகமாக உள்ள போது, வீழ்த்தப்படும் பூச்சி சிலவேளைகளில் மீனுக்கு வெகுத்தொலைவில் வீழ்வண்டு. பறந்து கொண்டிருக்கும் பூச்சிகளைக் கூட இம்மீன் வீழ்த்திவிடுகிறது.

பூச்சிகள் உணவாகக் கிடைக்காதபோது இவை நீரினடியில் காணப்படும் புழுக்களை உணவாகக் கொள்கின்றன. பொதுவாக முதல் முறையிலேயே குறி பார்த்து இரைப்பூச்சியை வீழ்த்துகின்றன. அம்முயற்சியில் தோல்வியடைய நேரிட்டால் தங்கள் இடத்தைச் சிறிது மாற்றிக்கொண்டு மீண்டும் நீரைப் பீச்சுகின்றன. இவ்வாறு பூச்சிகளைத் தாக்கி வீழ்த்தும் செயல் அம்மீனின் பசியுணர்வால் தூண்டப்படுகிறது. ஏனெனில் போதுமான அளவு உணவுண்ட மீன் இவ்வாறு செய்வதில்லை. மீன்காட்சியகங்களில் கண்ணாடித் தொட்டிகளில் வளர்க்கப்படும் மீன்கள் பசியுடனிருக்கும்போது கண்ணாடியின் வெளிப்பகுதியில் காணப்படும் பூச்சிகள் போன்ற தோற்றவுருவங்களைக் கூடத் தாக்க முற்படுகின்றன.

படம் 1 டோக்சோட்டஸ் ஜாக்குலேட்டர்

இம்மீன்கள் குஞ்சுகளாக இருக்கும்போதே பூச்சிகளை வேட்டையாடக் கற்றுக் கொள்கின்றன. குஞ்சுகளால் சில செ.மீ. உயரத்துக்கே நீரைப் பீச்ச முடியும்.

இந்தோனேஷியத் தலைநகரான ஜாகர்த்தாவில் ஒரு மருத்துவமனையின் தலைவராகப் பணியாற்றிய,

உயிரியல் ஆய்வுகளில் நாட்டம் கொண்டிருந்த ஒரு மருத்துவ நிபுணர் ஆர்ஸ்டர்டாமிலிருந்த விலங்கியல் நிபுணர் ஒருவருக்கு 1764 ஆம் ஆண்டு எழுதிய கடிதத்தில் முதன் முதலில் இம்மீனைப் பற்றி விவரித்துள்ளார். இம்மீன் அதன் இரையை வாயிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நீரால் வீழ்த்தும் விந்தைப் பழக்கத்தை நன்கு ஆராய்ந்து ஒரு கட்டுரையைத் தயாரித்த அவர், தவறுதலாக அக்கட்டுரையுடன் வண்ணத்துப் பூச்சி மீனின் (Butterfly fish) பதப்படுத்தப்பட்ட உடலை அனுப்பி விட்டார். வண்ணத்துப்பூச்சி மீன்கள் பூச்சிகளைப் பிடித்துண்ணும் வழக்கமற்றவை. ஆகையால் இம் மருந்துவ நிபுணரின் கண்டுபிடிப்பை விலங்கியல் அறிஞர்கள் ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. பின்னர் 1902 ஆம் ஆண்டு சோவியத் மீனியல் அறிஞர் ஒருவர் சிங்கப்பூரின் அம்பு தொடுக்கும் மீன்களைப் பற்றி ஆழ்ந்தாராய்ந்து ஜாகர்த்தா மருத்துவ நிபுணரின் கூற்று சரியானதே என்று நிரூபித்ததுடன் மேலும் பல முக்கியத் தகவல்களையும் வெளியிட்டார். பின்னர் 1926 இல் டாக்டர் ஹியூ ஸ்மித் (Hugh M. Smith), ஜார்ஜ் மையர்ஸ் (George S. Myers) இருவரும் ஆய்வுகள் செய்து இம்மீனின் வாயமைப்பைப் பற்றித் துல்லியமான அறிவியல் குறிப்புகளைத் தெரிவித்தனர். இவ் விந்தை மீனின் வாழ்க்கை முறை, இனப்பெருக்கம் ஆகியவற்றைப் பற்றித் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

அம்புதொடுக்கும் மீன்கள் பெர்சிஃபார்மிஸ் (Perciformes) வரிசையிலுள்ள டோக்சோட்டிடே (Toxotidae) குடும்பத்தின் டோக்சோட்டஸ் (Toxotes) பொதுவினத்தைச் சேர்ந்தவையாகும்.

நூலோதி

1. *Encyclopaedia Britannica, Micropaedia* Vol. 1, p. 488 Encyclopaedia Britannica Inc. Chicago 1982.

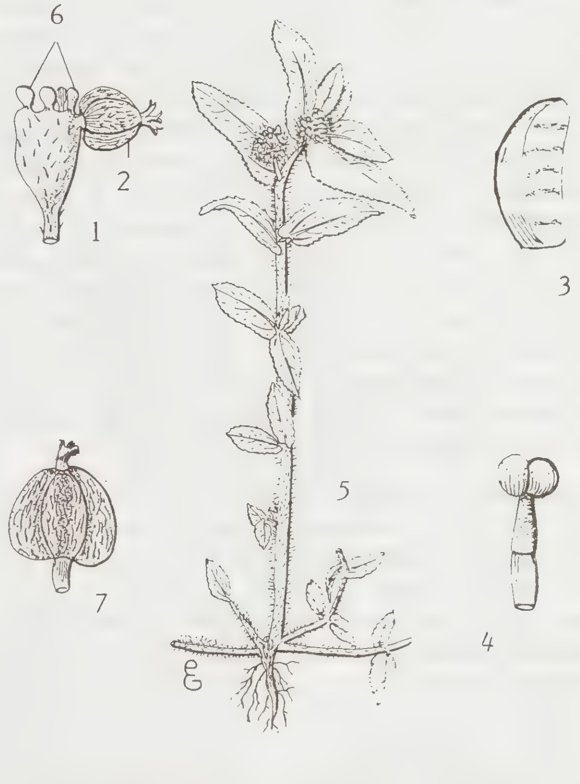
2. *Grzimeks Animal Life Encyclopaedia* Vol. 5. pp. 113-114 Von Nostrand Reinhold Company, New York 1984.

3. Day '*The Fishes of India*' Vol 1 pp 116-118, Today and Tomorrow's Book Agency New Delhi 1981.

அம்மாம் பச்சரிசி

இதற்குத் தாவரவியலில் யூஃபோர்பியா ஹிர்ட்டா (Euphorbia hirta Linn.) என்று பெயர். இது ஒரு பூவிதழ் வட்டமுடைய (Monochlamydeous) இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான யுஃபோர்பியேசியைச் (Euphorbiaceae) சார்ந்தது. இது வெற்றிடங்களில் களைச் செடியாக (Weed) வளர்கின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள்: இது நிமிர்ந்து அல்லது படர்ந்து நிமிர்கின்ற (Ascending) ஒரு பருவக் குறுஞ்செடி; 25 செ.மீ. உயரம் வரை வளரும். தண்டின் மீது மஞ்சள் நிறம் போன்ற தூவிகள் அடர்த்தியாக இருக்கும். இதில் வெண்ணிற லேடக்ஸ் (Latex) உண்டு. இதன் இலை நீள்சதுர எலிப்டிக் (Oblong elliptic) வடிவானது அல்லது தலைகீழ் முட்டைவடிவானது (Obovate); எதிரடுக்கு இலை அமைவு கொண்டது (Opposite phylotaxy); விளிம்பு பக்கக்கூர்மை அல்லது நுனிக் கூர்மை (Dentate or serrulate) ஆக இருக்கும். மேற்புறம் பச்சையாகவும், கீழ்ப்புறம் வெளிர் பச்சையாகவும் இருக்கும்; இலையடி சாய்வாக (Oblique) இருக்கும். இலைக் கோணங்களில் சயாத்தியம் (Cyathium) என்னும் தனிவகை மஞ்சரி திரளாக உள்ளது. இதன் கனி காப்சூல் (Capsule) என்ற வெடிகனி. விதைகள் பழுப்பு நிறமுடையவை; இவற்றின் மேற்பரப்பில் சுருக்கங்கள் (Rugulose) குறுக்குவாட்டில் இருக்கும்.



1. சயாத்தியம் மஞ்சரி 2. பெண் பூ 3. விதை
4. ஆண் பூ 5. முழுச் செடி 6. சுரப்பிகள் 7. கனி

பொருளாதாரச் சிறப்பு : முழுச் செடியும் மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது. இதை உலர்த்திப் பொடி செய்து, நுண்ணிய சுவாசக் குழாய்களின் (Bronchioles) தளர்ச்சியைக் குணப்படுத்துவதற்கும், இருதயத் துடிப்பும், சுவாசித்தலும் அதிகரிக்கும் போது அவற்றைக் குறைப்பதற்கும் பயன்படுத்தலாம். இது வயிற்றுப் புழுக்களை நீக்குகிறது. இதன் வேர் வாந்தியைத் தடுக்கும் மருந்தாகும்; கிருமிகள், காசநோய் ஆகியவற்றைத் தடுக்

கும் தன்மை உடையது. இதன் பால் போன்ற லேடக்ஸ், பாதங்களிலுள்ள ஆணிகளைக் (Corns) கரைத்து நீக்குகிறது. லொபீலியா (Lobelia), செனிகா (Senega) ஆகிய செடிகளுடன் இதைக் கலந்து தயாரிக் கப்படும் மருந்தைக் கொடுத்தால் இருமல், ஆஸ்துமா ஆகியவை குணமாகும். இதன் இலைகள் சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன.

எம்.எல்.லீ.

நூலோதி

Hooker, J.D. in Hook. *f. Fl. Br. Ind.* V. 250, 1887.

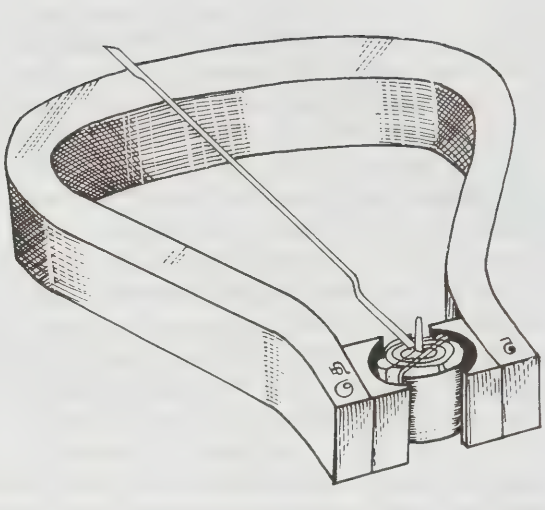
The Wealth of India, Vol. III, pp. 236, CSIR Publ. New Delhi, 1952.

அம்மீட்டர்

மின்னோட்டத்தை அளக்கப் பயன்படும் அளவி (Meter) அம்மீட்டர் அல்லது மின்னோட்ட அளவி (Ammeter) ஆகும். மின்னாக்கி (Electric generator), மின்செலுத்தத்தொடர் (Transmission line), மின் மாற்றி (Transformer) போன்ற எல்லா மின்திறன் அமைப்புகளிலும் (Power systems) அவ்வப்போதுள்ள மின்னோட்டத்தினை அளக்கவும், அவை ஏறக்கூடிய பெரும (Maximum) மின்னோட்ட எல்லையைக் கடந்து விடாமல் கண்காணிக்கவும் மின்னோட்ட அளவி பயன் படுகிறது. ''ஆம்பியர்'' என்னும் அறிவியல் அறிஞரின் நினைவாக 'ஆம்பியர்' என்னும் அலகால் (Unit) மின் னோட்டம் அளக்கப்படுகிறது. இப்பெயரின் தொடர் புடனேயே மின்னோட்ட அளவியும் 'அம்மீட்டர்' என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதை 'ஆம்பியர் அளவி' என்றும் அழைக்கலாம்.

வகைகள். இயங்கும் நெறிமுறை (Principle), பயன் பாடு, துல்லியம் (Accuracy) இவற்றிற்கேற்ப நிலைக் காந்த-இயங்கு சுருள் (moving coil), இயங்கு இரும்பு (Moving iron), விசிப்புப்பட்டை (Taut band), முனை வுற்ற இதழ் (Polarised vane), மின்னியக்க (Electro-dynamic), அனல் (Thermal), வேதியியல் (Chemical), நிலையியல் (Static), கலப்புவகை (Miscellaneous com-posite) என அம்மீட்டர்களில் பலவகைகள் உள்ளன.

நிலைக்காந்த-இயங்கு சுருள் வகை. ஒரு காந்தப்புலத் துக்குள் (Magnetic field) இருக்கும் கம்பிச்சுருளில் (Coil) மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது அச்சுருளில் இயக்கம் ஏற்படுகிறது. மின்னோட்ட அளவுக்கு ஏற்ப இந்த இயக்கத்தின் அளவு இருப்பதால் இந்த இயக் கத்தை அளப்பதன் மூலம் மின்னோட்டத்தை அளக்க லாம். இயக்கத்தை அளிக்கும் திருக்கம் (Torque), $T = BANI$ ஆகும். இங்கு, $B =$ காந்தப்பெருக்கின் (magnetic flux) அடர்த்தி; $A =$ சுருளின் பயனுள்ள பரப்பு; $N =$ கம்பிச்சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை; $I =$ மின் னோட்டம்.



படம் 1. இயங்குசுருள் வகை மின்னோட்ட அளவி

இதில் வலிமைமிக்க குதிரைலாட வடிவில் உள்ள நிலைக்காந்தம் ஒன்று கிடைநிலையில் ஒரு மர அடி மனையின் மேல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் வட, தென் காந்த முனைகள் உருளை வடிவமுடைய துளைப் பில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்காந்த முனைகட் கிடையில் ஓர் தேனிரும்பு உருளை உள்ளது. இந்தத் தேனிரும்பு உள்ளகம் காந்தப்புலத்தைச் செறி வுள்ளதாகவும், ஆரங்களின் எத்திசையிலும் ஒரே சீரானதாகவும் அமைக்கிறது. இதனாலேயே இந்த உள்ளகத்தைச் சுற்றி இயங்கும்படி வைக்கப்பட்டுள்ள சுருளில் குறிப்பிட்ட மின்னோட்டத்துக்கேற்ப குறிப் பிட்ட அளவு சீரான இயக்கம் ஏற்படுகிறது. இச்சுருள் நீண்ட சதுரவடிவில் உள்ள உலோகச் சட்டத்தில் சுற்றப்பட்டுள்ளது. இது காந்த முனைகட்கும், உள்ள கத்துக்கும் உள்ள இடைவெளியில் எளிதில் இயங்கும் வண்ணம் மணித்தாங்கியில் (jewel bearing) பொருத்தப் பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருளுக்கு இரண்டு காந்தஇயல் பற்ற அகல்வில்சுருள்களின் (spiral spring) வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. சுருளுடன் இணைந்த குறிமுள் (pointer) எடை குறைந்த அலு மினியக் குழாயால் ஆனது. இதன் ஒரு முனை தட்டை யாகக் கத்தி முனைபோல் கூராக்கப்பட்டு, அதன் கீழ் அமைந்துள்ள அளவுகோலின் இடைவெளியில் ஓர் ஆடி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த ஆடியைப் பயன்படுத்திக் குறிமுள்ளும், அதன் படிநிழலும் (image) ஒன்றாகும் நிலையில் அளவிடுவதால் இடமாறு தோற்றப்பிழை (Parallax error) தவிர்க்கப்படுகிறது.

சுருளில் செலுத்தப்படும் மின்னோட்டம் இயக்கும் விசையை (operating force) அளிக்கிறது. அதற்கேற்ப நகரும் குறிமுள்ளினைக் (pointer) கட்டுப்படுத்தும் விசையினை (controlling force) அகல்வில் சுருள்கள் அளிக்கின்றன. இறுதி நிலையில் அலைவுகள் இன்றித் தடுக்க, ஒடுக்கல்விசை (damping force) தேவைப்படு கிறது. சுருள் உள்ள உலோகச்சட்டமானது காந்தப்

புலத்தில் இயங்கும்போது அச்சட்டத்தில் உண்டாகும் சுழிப்பு மின்னோட்டத்தினால் (eddy current) இந்த ஒடுக்கல்விசை கிடைக்கிறது. சட்டத்தின் மின்தடையும், சுருளின் உறழ்மை(inertia)யும் குறைவாகஇருப்பின் இந்த ஒடுக்கவிசை போதுமான அளவில் இருக்கும்.

அளவியின் பிழைகளும் (errors) துல்லியமும் (accuray) உராய்வு, காந்த வலிமையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், வெப்பம், வெப்பம் சூழ்காந்தப்புலம் (stray magnetic field), அனல்மின் விளைவுகள (thermoelectric effects), தொடுநிலைத்தடைகள் (contact resistances), நிலைமின் விளைவுகள் (electrostatic effects) முதலியவற்றைப் பொறுத்து அமைகின்றன. இவற்றைச் சரிசெய்து இவ்வகை மின்னோட்ட அளவியால் மிகத்துல்லியமாக மின்னோட்டத்தை அளக்க முடியும்.

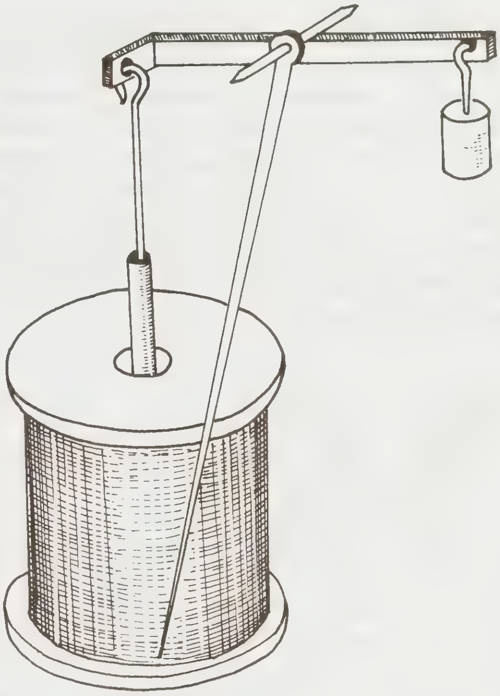
இந்த இயங்குசுருள் அம்மீட்டர் நேர்மின்னோட்டத்தை (d.c.) அளக்கப்பயன்படுகிறது. போதிய மின்தடையைத் தக்கபடி இணைத்து மின்னழுத்த அளவியாகவும் (Voltmeter) இதைப் பயன்படுத்தலாம்.

இயங்கு இரும்பு வகை. இயங்கு இரும்பு வகை (Moving iron type) வழியாக நேர்மின்னோட்டத்தையும் மாறு மின்னோட்டத்தையும் எளிதாக அளக்கலாம். ஒரு சுருளின் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் போது உண்டாகும் காந்தப்புலத்தால் சுருளுக்குள் வைக்சப்படும் தேனிரும்பு மூழ்குருளில் (plunger) இயக்கம் ஏற்படுகிறது. மின்னோட்ட அளவுக்கேற்ப இவ்வியக்கம் இருப்பதால் இவ்வியக்கத்தை அளந்து மின்னோட்டத்தை அளக்கலாம்.

இயக்கம் ஏற்படும் விதத்திற்கேற்ப இழுப்புவகை (attraction type), விலக்கவகை (repulsion type), இழுப்பும் விலக்கமும் கலந்த வகை எனப் பல மின்னோட்ட அளவிகள் உள்ளன. இழுப்பு வகையில் நேர்முக இழுப்பு வகை, விலகும் முள்வகை, ஒற்றை இரும்பு இழுப்பு வகை, இரட்டை இரும்பு இழுப்புவகை எனப்பல வகைகள் உள்ளன.

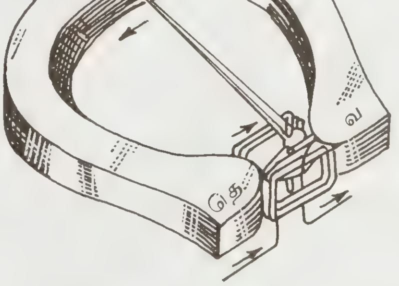
எல்லாவிதமான இழுப்பு வகை அளவிகளிலும் இயங்கும் இரும்பானது வலிமைமிக்க காந்தப்புலத்துக்குள் நகர்ந்து, அப்புலத்தின் அச்சுக்கு இணையாகத் தன்னை அமைத்துக் கொள்வதனால் அவ்விரும்பு வலிமைமிக்க காந்தமாக்கப்படுகிறது. ஆனால் விலக்கு வகை அளவிகளிலுள்ளபோது இரும்புகள் நெருங்கும்போது, இரும்பிலுள்ள காந்தப்பெருக்கு (magnetic flux) குறைகின்றது; விலகும்போது காந்தப்பெருக்கு வலுவடைகின்றது.

நேர்முக இழுப்பு வகை. எளிய நேர்முக இழுப்பு வகையில் ஓர் சுருளும் அதனுள் நகரும் வண்ணம் அதன் வாய்க்குள் ஓர் உலக்கையும் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. சுருளின் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் போது இரும்பாலான உலக்கையில் ஓர் இழுப்புவிசை உண்டாகிறது. இவ்விசை மின்னோட்டத்தின் அளவையும், இரும்பின் வடிவத்தையும், அது உள்ள இடத்தையும் பொறுத்துள்ளது. கிடையான சட்டத்தின் ஒரு முனையில் இயக்கும் விசையை அளிக்கும் இரும்பும், மறுமுனையில் கட்டுப்படுத்தும் விசையை அளிக்கும் எடையும் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. இச்சட்டத்தின் மையத்தில் தாங்கியில் பொருந்தியுள்ள தண்டும், அத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள காட்டியும் உள்ளன. காட்டியானது மேல் நகர்ந்து மின்னோட்ட அளவைக் காட்டுகிறது.



படம் 2. நேர்முக இழுப்புவகை மின்னோட்ட அளவி

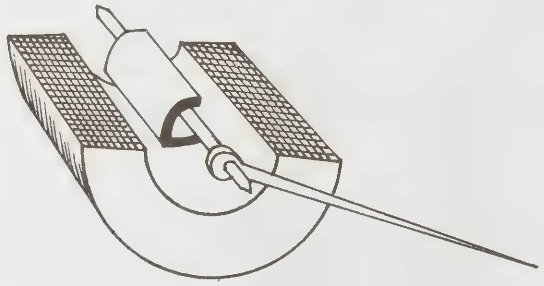
விலகும் முள் வகை. தொடக்க நிலையில் இவ்வகை அளவிகள் வணிக முறையில் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவ்வகை அளவியில் லாட வடிவில் உள்ள நிலைக்



படம் 3. விலகும் முள்வகை மின்னோட்ட அளவி

காந்தத்தின் முனைகட்கிடையிலுள்ள புலத்தில், தாங்கியில் பொருத்தப்பட்ட இயங்கும்படி அமைந்த தேனிரும்பாலான முள் ஒன்று உள்ளது. இவ்விடை வெளியிலுள்ள காந்தப் புலத்தில் அச்சுக்குச் செங்குத்தான திசையில் காந்தப்புலம் உண்டாக்கும்படி ஒரு கம்பிச்சுருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அளக்கப்பட வேண்டிய மின்னோட்டம் சுருளின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் போது, சுருளினால் உண்டாகும் குறுக்குக் காந்தப்புலத்தால் முள்ளில் இயக்கம் ஏற்படுகிறது. மின்னோட்டம் இயக்கும் விசையினையும், காந்தப்புலம் கட்டுப்படுத்தும் விசையினையும் அளிக்கின்றன.

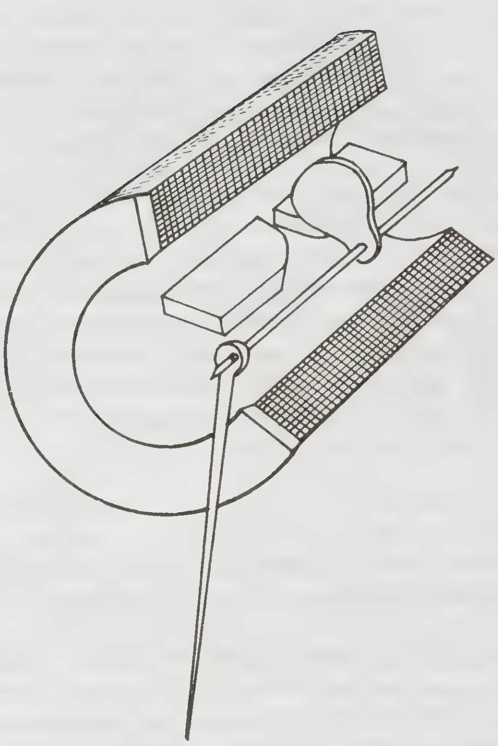
ஒற்றை இரும்பு இழுப்பு வகை. இரும்புத்துண்டின் ஒரு முனையில் அதற்குச் செங்குத்தான திசையில் மெல்லிய தகடு ஒன்று வளைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தகடு அதிக அளவு மின்னோட்டத்தின் போது சுருளின் உட்குழாய்க்கு அருகில் நகர்ந்து அதற்கு இணையாக நிலைப்படையும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் இல்லாத போது இத்தகடு புவியீர்ப்பு விசையால் கீழிறங்கிச் சுருள் பகுதியிலிருந்து வலுவான காந்தப்புலப் பகுதியை நோக்கி ஈர்க்கப்படும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 4. ஒற்றை இரும்பு இழுப்புவகை மின்னோட்ட அளவி

மின்னோட்டம் தரும் விசை இயக்கும் விசையாகவும், புவியீர்ப்பு விசை கட்டுப்படுத்தும் விசையாகவும் உள்ளது. சுருளுக்குள் நகரும் தகடு போதுமான ஒடுக்கல் விசையை அளிக்கிறது.

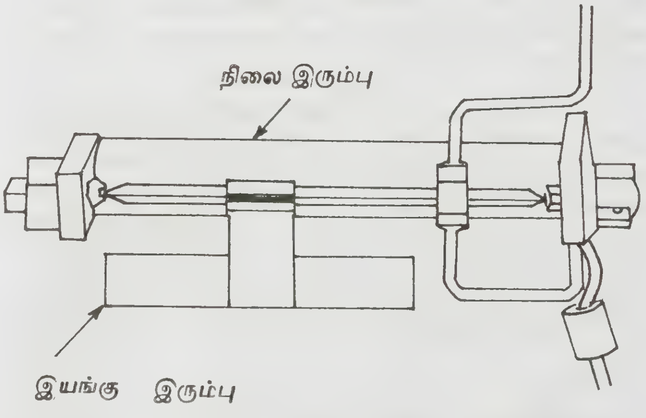
இரட்டை இரும்பு இழுப்பு வகை. படத்தில் (படம் 5) உள்ளவாறு சுருளின் வளைவான உட்சுவரின் அருகில் மணித்தாங்கி பொருத்தப்பட்டுள்ள சட்டத்தில் அகன்ற பரப்புடைய இரு இரும்புத் தகடுகள் இருபுற ஓரங்களிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இத்தகடுகட்கிடையில் ஓர் இடைவெளியுள்ளது. அச்சுத்தண்டுடன் குறுகிய ஆரக்கையினால் இணைக்கப்பட்டுள்ள இயங்கும் இரும்பானது உருளை வடிவில் உள்ளது. சுருளின் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது இயங்கும் இரும்பானது நிலையான இரும்புகளின் மையத்திலுள்ள இடைவெளியை நோக்கி ஈர்க்கப்படுமாறு அவற்றில் காந்தப்புலம் உண்டாகிறது. அப்போது அச்சுத் தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள குறிமுள் அளவு



படம் 5. இரட்டை இரும்பு இழுப்புவகை மின்னோட்ட அளவி

கோலின் மீது நகர்ந்து மின்னோட்ட அளவைக் காட்டுகிறது.

விலக்க வகை. இவ்வகை அளவிகள் மூலம் மிகக் குறைந்த அளவு மின்னோட்டங்களையும் அளக்க இயலுகிறது.



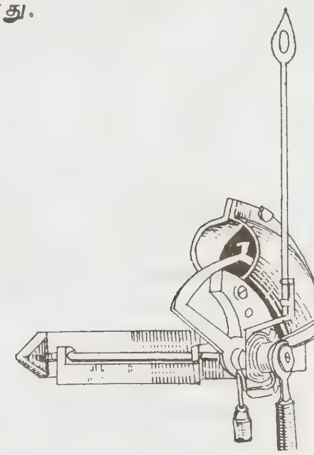
படம் 6. விலக்கவகை மின்னோட்ட அளவி

இவ்வகை அளவியில் கம்பிச்சுருளின் அச்சுக்கு இணையாக, மணித்தாங்கி பொருத்தப்பட்டுள்ள சுவரில் ஒரு நிலையான இரும்பு உள்ளது. மணித்தாங்கியில் பொருத்தியுள்ள அச்சுத்தண்டுடன் குறுகிய ஆரக்கையில் ஓர் இயங்கும் இரும்பு பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. இயங்கும் இரும்பு நிலையான இரும்புக்கு இணையாக உள்ளது.

சுருளில் மின்னோட்டம் இல்லாதபோது இயங்கும் இரும்பும், நிலையான இரும்பும் நெருக்கமாக அருகருகே இருக்கின்றன. ஆனால் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது இவ்விரும்புகள் ஒத்த காந்தத்தன்மையடைவதால், இயங்கு இரும்பு விலக்கித் தள்ளப்படுகிறது. அச்சுத்தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள குறிமுள் அளவுகோலின் மீது நகர்ந்து மின்னோட்ட அளவைக் காட்டுகிறது.

இயக்கும் விசையை மின்னோட்டமும், கட்டுப்படுத்தும் விசையை வில்சுருள்களும், ஒடுக்கும் விசையை ஒடுக்கும் அறையிலுள்ள காற்றும் அளிக்கின்றன.

இழுப்பும் விலக்கும் கலந்த வகை. தாங்கி பொருத்தப்பட்டுள்ள குழாய் வடிவ அறையில் ஒரு குறுகிய விலக்கும் இரும்பு உள்ளது. எதிர்ப்பக்கத்தில் ஒன்றன் முனையில் ஒன்று இருக்குமாறும், இடையில் இடைவெளி உள்ளவாறும் இரண்டு இழுப்புத் துண்டுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சுருளின் அச்சுடன் குறுகிய ஆரக்கையில் குட்டையான இயங்கும் இரும்பு இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 7. இழுப்பும் விலக்கும் கலந்தவகை மின்னோட்ட அளவி

சுருளின் மின்னோட்டம் இல்லாதபோது இயங்கும் இரும்பு விலக்கும் இரும்புக்கு அருகில் இணையாக இருக்கும். மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது முதலில் விலக்க வகை அளவியைப் போல் செயல் புரிந்து, இயங்கும் இரும்பை விலக்கித் தள்ளுகிறது. இதனால் இயங்கும் இரும்பு இழுப்பு இரும்புகட்கு இடையிலுள்ள காந்தப்புலத்தின் ஆளுகைக்குள் வந்துவிடுவதால் பின்னர் இழுப்புவகை அளவிபோல் செயல்படுகிறது. இவ்வாறு விலக்க விசையும், தொடர்ந்து இழுப்பு விசையும் கிடைப்பதால் மின்னோட்டத்திற்கேற்பச் சீரான இயக்கமும், அதனால் ஒரு சீரான அளவுகோலும் கிடைக்கின்றன.

பொதுவாக இயங்கும் இரும்புவகை அளவிகளில் கிடைக்கும் திருக்கம் (Torque) இயங்குசுருள் வகைகளில் கிடைக்கும் திருக்கத்தைவிடக் குறைந்த அளவுடையதாகும்.

பிழைகள். மெல்லிரும்பு வகை அளவிகளில் உராய்வு, சூடாதல், சூழ் காந்தப்புலம், காந்தத் தயக்கம் (Hysteresis), இருப்பு (Position), அலைவெண், தூண்டுகை (Impulse), சுழிப்பு மின்னோட்டம் (Eddy current), அலைவடிவம் ஆகியவற்றால் அளவீட்டில் பிழைகள் ஏற்படுகின்றன. அலைவெண் பிழை, அலைவடிவப் பிழைகள் நேர்மின்னோட்ட அளவிகளைப் பாதிப்பதில்லை.

விசிப்புப்பட்டை வகை அளவிகள் இயங்குசுருள் வகையையும், முனைவுற்ற இதழ்வகை இயங்கு இரும்புவகையையும் பின்பற்றி இயங்கும் எளிய அளவிகளாகும்.

மின்னியக்க வகை. மின்னியக்க வகை (Electrodynamic type) அளவிகள் செந்தர (Standard) அளவிகளாகத் துல்லியமாக அளக்கப் பயன்படுகின்றன. இயங்கும் சுருளுக்குப் பாதரசத் தொட்டிகள் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது, இயங்கும்சுருள் ஒரே ஒரு சுற்று கொண்டுள்ளது. நிலைச்சுருள் பல சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. இவை இரண்டும் தொடர்நிலையில் (Series) இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

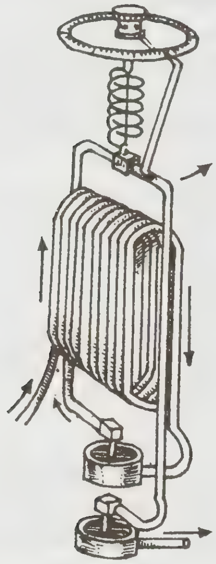
மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது இயங்கும் சுருள் அசைந்து, அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள குறிமுள்ளால் மின்னோட்ட அளவைக் காட்டுகிறது. இயங்குசுருள் மின்னோட்டம் இல்லாதபோது முறுக்கத் தலையின் (Torsion head) மூலம் திரும்பவும் பழைய நிலைக்கே கொண்டுவரப்படுவதால், திருக்கமானது எப்போதும் மின்னோட்டத்தின் இருபடிக்கு (வர்க்கத்திற்கு) நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.

$$T \propto I^2$$

இதில், T = திருக்கம்; I = மின்னோட்டம். எனவே இவ்வகை அளவிகளின் அளவிடும் இடைவெளி (Scale range) மிகவும் குறைவாக உள்ளது. ஆனால் அந்தக் குறைந்த அளவு மின்னோட்டத்தைத் துல்லியமாக அளக்கிறது.

இவ்வகை அளவிகளில் காந்தத் தயக்கம், காந்த வலிமை மாற்றம் ஆகியவற்றால் எந்தவிதப் பிழைகளும் ஏற்படுவதில்லை. எனவே இவை செந்தர அளவிகளாகப் (Standard meters) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இருப்பினும், எழுவில்லின் (Helical spring) விசை திருக்கத்துக்கு எப்போதுமே நேர்விகிதத்தில் இருக்க இயலாமையாலும், வெப்பநிலைக்கேற்ப எழுவில்லின் மீட்சிமை (Elasticity) மாற்றமடைவதாலும் சுழிப்பு



படம் 8. மின்னியக்க வகை மின்னோட்ட அளவி

மின்னோட்ட விளைவாலும் துல்லியம் ஓரளவு பாதிக்கப்படுகிறது.

அனல் வகை. இவ்வகை மின்னோட்ட அளவிகள் துல்லியத்தில் தரங்குறைந்தவையானாலும் வானொலித் தொலைவரி (Radio telegraphic) மூலம் அளவீடுகள் செய்ய இவை இன்றியமையாதனவாக உள்ளன.

ஒரு கம்பியில் மாறுமின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் போது அதனால் உண்டாகும் வெப்பமானது எப்போதும் அம்மின்னோட்டத்தின் ஈரடுக்குச் சர்ராசரியைப் பொறுத்துள்ளது.

$$H \propto I^2$$

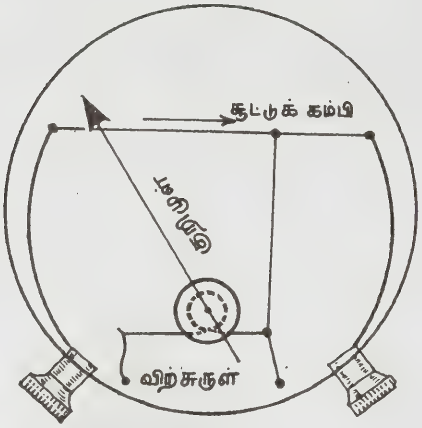
இங்கு, H = வெப்பம்; I = மின்னோட்டம். இவ்வகை அளவிகள் தூண்டுகைப் (Impulse) பிழைகளால் பாதிக்கப்படாமையால் மாறுமின்னோட்டத்தை அளக்க மிகச் சிறந்த அளவிகளாக உள்ளன.

வில்விசைச்குச் சமமான விசையை மின்னோட்டம் அளிக்காதபோது சூட்டுக்கம்பி அளிக்கும் வண்ணம் அது இழுத்துக் கட்டப்பட்டுள்ளது. சூட்டுக்கம்பியில் மின்னோட்டம் செலுத்தினால் சூடாகி நீளும்போது இச்சம நிலை பாதிக்கப்பட்டு, அதற்கேற்பக் குறிமுள் அளவுகோலின் மீது நகரும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

குறைபாடுகள். வெப்பத்தால் ஏற்படும் சிறு நீட்சியை மிகுத்து அளக்க வேண்டியிருப்பதால் இதன் கட்டுமானம் மிகவும் சிக்கல் நிறைந்ததாகிவிடுகிறது. மேலும் வெப்பமும் நீட்சியும் அவை ஏற்பட்ட பின்னரே அளக்க இயலுவதால் மிகவும் மெதுவாகவே இது செயல்படுகிறது. மின்னோட்டம் நீக்கப்பட்ட பின்பும் குறிமுள் சுழிநிலைக்கு மிகவும் மெதுவாகவே ஊர்ந்து சென்றடைகிறது. எனவே காட்டும் அளவும் திட்டவட்டமற்றதாக (Indefinite) உள்ளது. ஓரளவுக்கு மேல் மிகுவெப்பநிலையில் இயங்க இயலாதாகையால் இவ்வளைவின் சுமை மீறுதிறன் (Overload capacity) குறைவாகவே உள்ளது; அளவீடு வெளிப்புற வெப்ப மாற்றங்களாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. காற்றின் வெப்பநிலையும் பாதிக்கிறது. அளவீடு (Calibration) எந்த வாட்டத்தில் வைத்துச் செய்யப்பட்டதோ அதே நிலையில் வைத்துத்தான் அளவும் செய்யவேண்டும். இல்லையேல் வெப்பச்சுழற்சியால் (Convection) அளவீடு பாதிக்கப்படும்.

நீளும் வகை (Expansion type), வெப்பச்சந்தி வகை (Hot junction) என இருவகை அனல் மின்னோட்ட அளவிகள் உள்ளன.

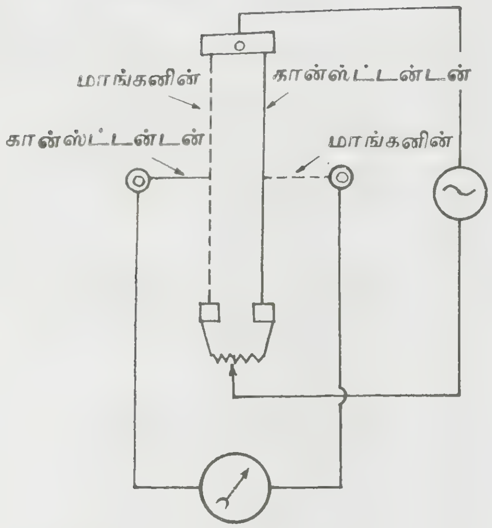
நீளும் வகையில் குறிமுள்ளின் விலக்கமானது மின்னோட்டம் செல்லும் கம்பியின் நேர்கோட்டு நீட்சியால் (Expansion) உண்டாக்கப்படுகிறது. இதில் ஒற்றைத் தொய்வு வகை (Single sag type), இரட்டைத் தொய்வு வகை (Double sag type) என இரு வகைகள் உள்ளன.



படம் 9. நீளும்வகை அனல் மின்னோட்ட அளவி

வெப்பச் சந்தி வகையில் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் கம்பியில் உண்டாகும் வெப்பத்தின் கடத்துகையாலும் கதிர் வீச்சினாலும் இருவேறு உலோகங்களின் சந்தியில் மின்னியக்கு விசை உண்டாகிறது. இந்த மின்னியக்கு விசையை அளந்து மின்னோட்டம் மறைமுகமாக அளக்கப்படுகிறது. இதில் வெப்பச் சுழற்சியாலும் கதிர்வீச்சாலும் இயங்கும் வகை, வெப்பக்கடத்தலால் இயங்கும் வகைகள் உள்ளன. முதல் வகையில் உலோகங்களின் சந்தி பெரும்பாலும் செம்பு அல்லது வெள்ளியைக் கான்ஸ்ட்டன்டனால் ஆன சட்டத்தின் மீது மின்பூச்சு மூலம் படியச்செய்து உருவாக்கப்படு

வ. எண்	வகை	மின்னோட்ட வகை	பயன்பாடும் துல்லியமும்
1.	நிலைக்காந்த-இயங்கு சுருள்	நேர்மின்னோட்டம் (நே.மி.)	பயன்பாடு: இணைபலகை (switch board) வகை, எடுத்துச் செல் வகை (portable tape). ஆய்வுக்கூட வகை. துல்லியம்: 0.1 முதல் 0.2 % வரை.
2.	விசித்தபட்டை	நே.மி.	பயன்பாடு: உயர்பிரிதிறன் வகை (high resolution), உணர்மை வகை (sensitivity) துல்லியம்: 0.1 %
3.	இயங்கும்-இரும்புவிசை (விலக்க இதழ், சாய்வு இதழ்)	மாறுமின்னோட்டம் (மா.மி)	பயன்பாடு: அளவிப் பலகை. எடுத்துச்செல்லும் வகை. துல்லியம்: 0.25 முதல் 2% வரை
4.	முனைத்த இதழ்	மா.மி.	பயன்பாடு: மின்கல அடுக்குகட்கு மின்னேற்றம் ஊட்டல் (charging), தானியங்கிகள் (automobiles)
5.	மின்னியக்க வகை	நே.மி/ மா.மி	பயன்பாடு: ஆய்வுக்கூடம், உயர் துல்லியம் தேவையான இடங்கள். துல்லியம்: 0.1% எடுத்துச் செல் வகைகளில் துல்லியம்: 0.25
6.	அனல் வகை	மா.மி. (100 ஹெர்ட்ஸ் வரை)	பயன்பாடு: அளவிப்பலகை, இணைபலகை, பொதுச்சோதனை துல்லியம்: 0.5 முதல் 3% வரை
7.	கலப்பு வகை	பெரும்பாலும் மா.மி.	பயன்பாடு: தகவல்தொடர்பு, எதிர்மின்னியல் மின்சுற்றுச் சோதனை. துல்லியம்: 0.5 முதல் 5 % வரை.



படம் 10. வெப்பச்சந்தி மின்னோட்ட அளவி

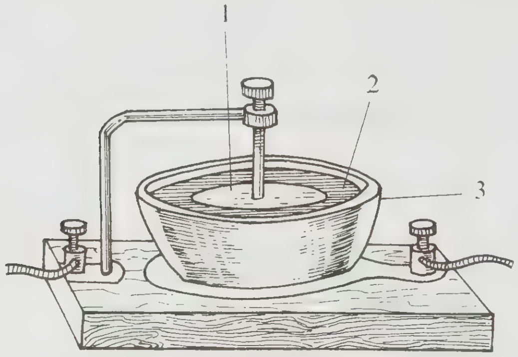
கிறது. வெப்பக்கடத்தல் வகையில் பெரும்பாலும் இரும்பு-கான்ஸ்டன்டன், தாமிரம்-கான்ஸ்ட்டன்டன், மாங்கனின்-கான்ஸ்ட்டன்டன் ஆகிய சந்திகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

மாங்கனின் கம்பியும், கான்ஸ்ட்டன்டன் கம்பியும் இணையாக இழுத்துக் கட்டப்பட்டுள்ளன. கீழ்ச்சந்தி ஒரு தடையின் மூலம் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தடைப் பகுப்பை ஒரு நகரியால் (Slider) சரி செய்து இரு கம்பி களின் வழியாகவும் ஒரே அளவு மின்னோட்டம் செல்லு மாறு செய்யலாம். மாங்கனின் கம்பியின் மையத்தி லிருந்து கான்ஸ்டன்டன் கம்பியும், கான்ஸ்டன்டன் கம்பியின் மையத்திலிருந்து மாங்கனின் கம்பியும் நுண் பற்றவைப்பு மூலம் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு இரு சந்திகளும் தொடர்ச்சியாக உருவாக்கப்பட்டு இவ் விரு முனைகளும் ஒரு கால்வனா அளவியுடன் இணைக் கப்பட்டுள்ளன. மின்னோட்டத்தால் இச்சந்திகளில் தோன்றும் மின்னியக்கு விசையைக் கால்வனா அளவி யால் அளந்து மின்னோட்டம் அளக்கப்படுகிறது.

இவ்வகை அளவிகள் வெப்பநிலைக்கெழு (Temperature coefficient), பெல்ட்டியர் விளைவு (இரு சந்திகளும் சமமாகச் சூடாகாமல் இருப்பது) ஆகியவற்றால் பாதிப் புறுவதில்லை.

வேதியியல் வகை (Chemical type). ஒரு மின்கரை சலின் (Solution) வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப் படும்போது அது மின்கரைசலில் வேதியியல் பிரிகையை (Decomposition) உண்டாக்குகிறது. இந்த வேதியியல் பிரிகையின்போது வளிமம் (Gas) வெளிப்படுகிறது அல்லது மின்னோட்டம் கரைசலைவிட்டு நீங்கும் இடத் தில் உலோக வீழ்படிவு ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு வெளிப்படும் வளிமம் அல்லது வீழ்படியும் உலோகத்தின் அளவு மின்னோட்டத்தின் அளவைப் பொறுத்துள்ளது. எனவே வெளிப்படும் வளிமம் அல்லது படியும் உலோ கத்தை அளந்து மின்னோட்டத்தை அளக்கலாம்.

இந்த அடிப்படையில்தான் 'அனைத்துலக ஆம்பியர்' என்னும் மின்னோட்ட அளவின் செந்தர அலகு (Standard unit) வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 11 வேதியியல்வகை மின்னோட்ட அளவி
1. நேர்மின்முனை 2. கரைசல் 3. எதிர் மின்முனை

நீருடன் கரைந்த வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலின் வழியாகச் செலுத்தப்படும்போது நொடிக்கு 11.18 மில்லிகிராம் அளவு வெள்ளியைப் படியச் செய்யும் மின் னோட்ட அளவு 'அனைத்துலக ஆம்பியர்' என்று வரை யறுக்கப்பட்டுள்ளது.

மின்னோட்ட அளவியின் அகன்ற இடைவெளி முழு வதிலும் (Wide range) இந்த அளவுகோல் மின்னோட்ட அளவுக்கு ஏற்ப நேரியல்பிலேயே மாறுவதால் இவ் வளவி செந்தர அளவுகளை வரையறுக்கப் பயன்படு கிறது.

நிலை வகை. இவ்வகை அளவிகள் இயங்கு உறுப்பு ஏதுமின்றி மின்துகளியல் (Electronic) நெறிமுறையில் மின்னோட்டத்தின் அளவு நேரடியாக இலக்கக் காட்சி யாகத் (Digital display) தெரியும் வண்ணம் புதியமுறை யில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

கலப்பு வகை. மேற்கண்ட வகைகளில் பயன்படுத்தி யுள்ள நெறிமுறைகளில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட நெறி முறைகளைப் பயன்படுத்தி இயங்கும் சில கலப்புவகை அளவிகளும் உருவாகியுள்ளன.

மேற்கண்ட எல்லா வகை அளவிகளின் பயன்பாடும் அவற்றின் துல்லியமும் முன்பக்கம் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

மா. தெ.

நூலோதி

1. சுப்பிரமணியன், ஆர்.கே. மின்அளவைக் கருவிகள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1975.

2. Golding, E.W., Widdis, F.C., *Electrical Measurements and Measuring Instruments*, 5th Edition, Wheeler Publishers, Allahabad, 1979.

அம்மை அக்கி

சின்ன அம்மை அல்லது நீர்க்குளுவான் (Chicken pox) என வழங்கப்படும் நோய் அதிநுண்ணுயிரிகளால் (Virus) ஏற்படும் மற்றொரு நோய். அம்மை அக்கி ஒரு திடீர்த் (Acute) தொற்று நோய். இந்த அதி நுண்ணுயிர் சிலருடைய உடலில் தண்டுவடப் பின் வேர் முடிச்சில் (Posterior root ganglia) அல்லது கபால நரம்பு முடிச்சில் அழற்சியேற்படுத்தி உடலின் அல்லது முகத்தின் ஒரு பகுதியையோ, ஒரு கால் அல்லது கை யையோ பாதிக்கும்.

இது ஒரு குறிப்பிட்ட நரம்பின் ஊடுருவு பகுதியின் தோலில் கொப்புளங்களாகத் (Vesicles) தோன்றும்.

நோயின் வரலாறு

கிரேக்கர்களால் இது ஒட்டியாணம் (Girdle) எனப் பெயர் பெற்றது. கி.பி. 1888 ஆம் ஆண்டு போகே (Bokay) என்பவர் இந்நோய்க்கும் சின்ன அம்மைக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கண்டுபிடித்தார். பிறகு 1921 ஆம் ஆண்டு லிப்சுட்ச் (Lipschutz) என்பவர் இந்நோ யுண்ட தோலின் வெட்டுப் பகுதிகளை (Cut Sections) உருப்பெருக்கி மூலம் பார்த்து விவரித்தார்.

நோய்க்காரணம் அல்லது நோய் நாடு இயல்:

இந்த அதிநுண்ணுயிர் மற்ற அதிநுண்ணுயிர்களை விடப் பெரியது. இது மனித உடலின் ஒட்டுண்ணி (Parasite) ஆகும்.

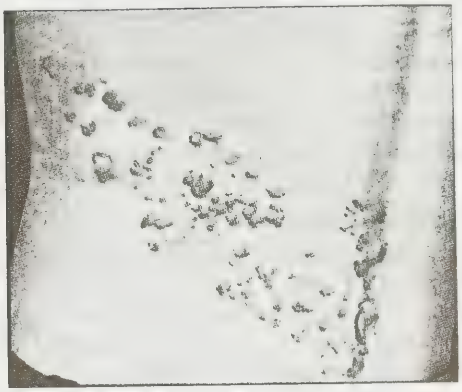
தோலில் உள்ள கொப்புளங்களிலிருந்து நோய்க்குக் காரணமான அதிநுண்ணுயிரிகளைத் தனிப்படுத்தலாம்.

நோய்க்குறிகள்

நோய் அடைவுக் காலம் 7 முதல் 21 நாட்கள். இரண்டு, மூன்று நாட்களுக்குக் காய்ச்சல், உடல் நோவு, பாதிக்கப்பட்ட தோல் பகுதியில் எரிச்சல், உணர்வு இழந்து போதல் (Anaesthesia), அதிவலி (Hyper algesia) முதலியவை ஏற்படும்.

பிறகு ஒரு குறிப்பிட்ட நரம்பின் ஊடுருவு பகுதித் தோலில் சிவப்பு நிறத் தடிப்புகள் தோன்றும். இவை ஓரிரு நாட்களில் நீர்க் கொப்புளங்களாக மாறும். இரண்டு மூன்று நாட்களில் இக்கொப்புளங்களில் சீழ் பிடித்துவிடும் (Pustules). பின்னர் அவை காய்ந்து, சுருங்கி, உலர்ந்துவிடும்.

கொப்புளங்கள், உடலின் மையத்திலிருந்து ஒரு பாதியில் மட்டும் பரவும். உடலில் இவை ஒரு அரை ஒட்டியாணம் போன்றிருக்கும். வலியும், எரிச்சலும் ஒரு நரம்பின் ஊடுருவல் பகுதியில் உடலைச் சுற்றியும் அல்லது கை கால்களில் நேர்க்குத்தாகவும் பரவும்.



படம் 1 அம்மையக்கி அதிநுண்ணுயிரால் ஏற்பட்ட கொப்புளம் பெரிய தும் சிறிதுமாகவும் படர்ந்தும் ஒன்றோடொன்று நெருங்கியும் இருப்பதைக் காணலாம். கொப்புளத்தின் அளவில் வேறுபாடு கள் உள்ளன.

தலை நோவும், மூளை வெளியுறை அழற்சியின் குறி களும் தோன்றலாம். அந்தப் பகுதியின் நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் வீங்கி வலியுடனிருக்கும்.

75% நோயாளிகளுக்கு இரண்டாவது முதுகெலும்பி லிருந்து (Thoracic vetebra) இரண்டாவது கீழ் முது கெலும்பு வரையுள்ள பகுதியே பாதிக்கப்படுகிறது (Lumbar vertebra).

இதற்கு அடுத்தபடியாக ஐந்தாவது கபால நரம்பின் கிளையின் ஊடுருவல் பகுதி பாதிக்கப்படுகிறது.

50% நோயாளிகளுக்குக் கண் பாதிக்கப்படுகிறது.

முழங்கை முழங்கால் பகுதிகளுக்குக் கீழே, இந்த நோய் மிக அரிதாகவே பாதிக்கும்.

ஏழாவது கபால நரம்பைச் சார்ந்த வளைவு முடிச்சு அல்லது முழங்கால் முடிச்சு (Geniculate ganglion) பாதிக்கப்பட்டால், உள்காது, காது மடல், தொண்டை போன்ற பகுதிகளில் கொப்புளங்களும் வலியும் ஏற்படும். நாக்கின் முன்பகுதி சுவையுணர்வை இழந்து விடும்.

ஒரு முறை அம்மை அக்கி கண்டவர்க்கு மிக அரிதாகவே இரண்டாவது முறை காணும். இந்த நோய் ஏறத்தாழ 10 நாட்கள் முதல் 5 வாரங்கள் வரை நீடிக்கலாம்.

இந்நோயின் முக்கிய பின் விளைவான நரம்புத்தளர்ச் சியின் போது ஏற்படும் வலி தாங்க முடியாத ஒன்றா கும். வலியின் கொடுமையைத் தாங்க முடியாது, சிலர் தற்கொலைக்கும் துணிவர்.

இது சில வாரங்கள் முதல் பல வாரங்கள் வரை நீடிக்கலாம். மிகக் கடுமையான வலியும், எரிச்சலு மிருக்கும்.

கொப்புளங்களிலுள்ள நீரை, சீம்சா (Giemsa) முறை யில் சாயமிட்டு (Stain) ஆய்ந்தால் பூத உயிரணுக்களை

யும் (Giant cells), உட்படு பொருள்களையும் (Inclusion body) உருப்பெருக்கி மூலம் காணலாம். எல்லா அதி நுண்ணுயிரி நோய்களைப் போலவே இதற்கும் பிணி தீர்க்கும் மருந்தேதும் இல்லை. தற்போது அயடாக் சியூரிடன் 40%, இன்டர்பெரான் போன்றவைகளும் கையாளப்படுகின்றன. வலி, எரிச்சல் ஆகிய இவற்றை நீக்கிகளால் குறைக்கலாம். சைடாரபின், அமான்டிடின் போன்ற மருந்துகளும், சிரை வழி பி12 மருந்தும், கார் டிகோன் மருந்துகளும் சில வேளைகளில் பலனளிக் கின்றன.

அல. ரா.

நூலோதி

1 **Harrison's** ***Principles of Internal Medicine*** *(1962)* Page 1968.

2. **A.P.I** ***Text Book of Medicine*** (1919) Page 1940

3. ***Text Book of Medicine*** **By R. J. Vakil** (1961). Page 1930.

அம்மை நோய்

இது அதி நுண்ணுயிரிகளால் ஏற்படும் தீவிரக் கடும் தொற்று நோயாகும். தோலில் அரும்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் எல்லா அதி நுண்ணுயிர் நோய்களை யும் பொதுவாக அம்மை என அழைத்தாலும், இந் நோயின் கடுமையைக் குறிக்கும் வகையில் பெரியம்மை அல்லது அம்மை எனச் சிறப்பாக அழைக்கப்படுகிறது. இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் இந்நோய் உலகெங்கும் பரவியிருந்தது. அம்மை குத்தும் நடவடிக் கையினால் படிப்படியாக நோய் குறைக்கப்பட்டு விட்டது. ஆசியா கண்டத்திலிருந்து அம்மையை ஒரு நாளும் ஒழிக்க முடியாது என்ற கருத்து உலக சுகா தாரக் கழகத்தின் விடா முயற்சியினால் முறியடிக்கப் பட்டது. 1975 ஆம் ஆண்டு மே மாதம் இந்தியாவில் இருந்து அம்மை நோய் (Small pox) அறவே ஒழிக்கப் பட்டது. மனிதனை மட்டுமே பெரியம்மை தாக்கும், மற்ற மிருகங்களை இந்நோய் தொற்றிப் பரவுவதில்லை என்பதாலும் இதை ஒழிப்பது இயலும் செயலாயிற்று.

அதி நுண்ணுயிர் இயல் :

பெரியம்மை உண்டாக்கும் அதி நுண்ணுயிர் 'வேரி யோலா அதி நுண்ணுயிர்' என அழைக்கப்படுகிறது. இதில் வீரிய வேரியோலா, மந்த வேரியோலா என இரு உட்பிரிவுகள் உள்ளன. வீரிய வகை கடுமையான நோயையும், மந்த வகை மிதமான நோயையும் ஏற்படுத்துகின்றன. இவற்றை மின்னணு உருப்பெருக் கியின் மூலம் தனித்தனியாகப் பிரித்தறிய முடியாது. ஆனால் முட்டையின் கருச்சவ்வில் அதி நுண்ணுயிர் ஏற்படுத்தும் முத்துக்களின் தன்மையைக் கொண்டு பிரித்தறியலாம். வேரியோலா அதி நுண்ணுயிர் 250 மில்லி மைக்ரான் அளவுடையது. பெரிய அதி நுண்ணு யிர்களில் இது ஒன்றாகும். ஒளி உருப்பெருக்கியில் எண்ணெய்க்கு அடியில் (Oil immersion) காணக்கூடியது. தோலின் மேலடுக்கு உயிரணுக்களில் அதி நுண்ணுயிர் களின் தொகுப்பாலான மூல உறுப்புகளைக் காண லாம். மின்னணு உருப்பெருக்கியில் வேரியோலா அதி நுண்ணுயிர் செங்கல்லைப் போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கிறது. இதன் மேற்பரப்பு, சுற்றிய நூல் உருண் டையின் தோற்றத்தையுடையது. சிலவற்றில் மேல் உறை காணப்படலாம். இதில் டிஆக்சி ரைபோ நியுக்ளியன் அமிலம் (D.N.A) அடங்கியுள்ளது. பெரி யம்மை நச்சுயிரிகள் பாலூட்டிகளின் உயிரணுக்கள் அடங்கிய திசு ஊடகத்தில் எளிதில் வளர்கின்றன; முட்டையின் கருச்சவ்வில் ஒன்றிலிருந்து இரண்டு மில்லி மீட்டர் அளவுடைய அம்மை முத்துக்களை உண்டாக்கு கின்றன. முயலின் கருவிழிச் சவ்வில் அழற்சியை ஏற்படுத்துகின்றன.

அம்மை பரவும் விதம் :

இயற்கையில் மனிதன் மட்டுமே பெரியம்மையால் துன்புறுகிறான். ஆய்வகத்தில் செயற்கையாகக் குரங்குகளுக்கு இந்நோயை உண்டாக்கலாம். இயற் கையில் குரங்கு வகை அம்மை வேறொன்று காணப்படு கிறது. அம்மை கண்ட நேரங்களில் மட்டுமே மனிதன் பிறருக்கு நோயைப் பரப்புகிறான். நோயற்ற நேரங் களில் மனிதன் அதி நுண்ணுயிர்களுக்குத் தாங்கிகளாக செயல்பட்டுப் பரப்புவதில்லை. அம்மை கண்ட நாளி லிருந்து தோல் அரும்புகள் பக்குக் கட்டிக் காய்ந்து உதிரும் வரை நோயாளி அம்மையைப் பரப்புகிறான். தோல் அரும்பு தோன்றும் தொடக்கப் பருவங்களில் நோய் பரவும் தன்மை உச்ச நிலையில் காணப்படுகிறது. நோயாளியுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையவர்கள், அதி நுண்ணுயிர்களைச் சுவாசிப்பதால் அவர்களுக்கு அம்மை பரவுகிறது. உதிர்ந்த பக்குகளில் நெடு நாட் கள் அதி நுண்ணுயிரிகள் வீரியத்துடன் காணப்படு கின்றன. படுக்கை, தலையணை, மேலும் அவர் பயன் படுத்தும் பொருள்களில் அதி நுண்ணுயிர்கள் ஓராண்டுக் காலம் கூடக் காணப்படுகின்றன. இதனால் சலவைத் தொழிலாளிக்கு எளிதில் அம்மை பரவுகிறது. ஏற்றுமதி செய்யும் பஞ்சுப் பொதிகளின் மூலம் அதி நுண்ணுயிர்கள் கடத்தப்பட்டதாகச் சான்றுகள் உள்ளன. பெரியம்மையால் ஒரு முறை தாக்குண்டவர் மறுமுறை தாக்கப்படுவதில்லை. கருவுற்றவர்கள் நோயுற்றால் கருச்சிதைவு, குறைப்பிரசவம் ஏற்பட லாம்; அல்லது அம்மை நோயுடன் குழந்தை பிறக்க லாம்.

உடலில் அதிநுண்ணுயிர்கள் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள்

மூக்கின் வழியாகத் தொண்டை, மூச்சுக்குழல், குரல் வளை முதலியவற்றின் சவ்விலுள்ள உயிரணுக்களை இவை தொற்றிப் பல்கிப் பெருகுகின்றன. அதி நுண் ணுயிர்கள் இரத்தக் குழாய்களில் பல்கி, மலிந்து, பல்

வேறு வகை உறுப்புகளான மண்ணீரல், கல்லீரல், நிண நீர்ச்சுரப்பிகள் ஆகியவற்றை அடைகின்றன. இங்குப் பெருகிய அதி நுண்ணுயிர்கள் மறுமுறை இரத்தக் குழாய்கள் மூலம் தோலை அடைந்து, அம்மை முத்துக் களைத் தோற்றுவிக்கின்றன; இத்துடன் மற்ற உள் ளுறுப்புகளிலும் நோய்க் குறியியல் மாற்றங்களை ஏற் படுத்துகின்றன. தோலில் காணப்படும் தந்துகிகள் விரி வடைகின்றன. அதன் உள் பரப்பில் காணப்படும் உள் தோலுறையில் உயிரணுக்கள் பல்கிப் பெருகுகின்றன; தந்துகிகளைச் சுற்றியுள்ள நிண அணுக்களை ஊடுருவு கின்றன. தோலின் வெளி அடுக்கு (Epithelium) உப்பி அம்மை முத்துக்களுக்கு முதல் படியாக அமைகிறது. இவ்வுயிரணுக்களில் உட்கருவின் அருகே அதி நுண் ணுயிர்கள் தொகுப்பாகக் காணப்படும். இந்த மூல உறுப்புகள் குவார்நெரி உறுப்புகள் (Guarnieri bodies) என அழைக்கப்படும். அம்மை கடுமையாகத் தோன்றும் பொழுது உயிரணுவின் உட்கருவிலும் குவார்நெரி உறுப்புகள் காணப்படலாம். இவ்வாறு உப்பிய உயி ரணுக்கள் சிதைந்து கொப்புளம் உண்டாகிறது. அணுக் களின் இடைச்சுவர் கொப்புளத்தின் தடுப்பாகின்றது. கொப்புளத்தின் நடுவில் வியர்வை நாளம் ஒரு திண்மை யான தடுப்பாக மாறலாம். இக்கொப்புளங்களுக்கு அடியில் காணப்படும் உயிரணுக்களும் அழிகின்றன. கொப்புளத்தின் நடுவில் மயிர்க்கால் ஒரு தொப்புளைப் போன்ற தோற்றத்தை உண்டாக்குகின்றது. அம்மை முத்துக்கள் ஆறும்பொழுது முகத்தைத் தவிர மற்ற பாகங்களில் சாதாரணமாக வடு ஏற்படுவதில்லை. முகத்தில் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் அதிகமுள்ளதால் அவை அழுகி, நிரந்தர வடுக்களை ஏற்படுத்துகின்றன. உடலின் மற்ற பாகங்களில் இரண்டாம் பட்சத்தொற்று நோய் ஏற்படும் பொழுதும் நிலையான வடுக்கள் ஏற் படுகின்றன. தோலில் தோன்றும் முத்துக்களைப் புற அரும்புகள் எனவும், தொண்டை, குடல் போன்ற வற்றைப் போர்த்தியிருக்கும் சளிப்படலங்களில் தோன்றும் அரும்புகளை அக அரும்புகள் எனவும் அழைப்பர். உடலின் உள்ளுறுப்புகளான சிறுநீரகம், விந்தகம், எலும்பின் உட்சோறு ஆகியவற்றிலும் இந் நோயின் பாதிப்பைக் காணலாம்.

நோயின் குணங்குறிகள்

அதி நுண்ணுயிரின் வீரியத்தையும், உடலின் காப்புத் திறனையும் பொறுத்து நோயின் குணங்குறிகள் தோன்று கின்றன. முன்னரே பெரியம்மை கண்டவர்களுக்கும், அம்மை குத்தியவர்களுக்கும் காப்புத்திறன் தேவையான அளவு அமைந்திருப்பதால் அவர்களுக்கு வெகு அரிதாகவே நோய் உண்டாகிறது. நோய் ஏற்பட் டாலும் மிக மிதமான குறிகளே தோன்றுகின்றன. இதனால் இதைப் பெரியம்மை என இனங்காணத் தவறிவிடக்கூடும். இவர்கள் மற்றவர்களுக்குக் கடும் நோயைப் பரப்பும் கருவியாகிவிடுகிறார்கள். பெரியம் மைக்கு அடைவுக்காலம் பொதுவாக 12 இலிருந்து 14 நாட்களாகும். அம்மை குத்திக்கொண்டவர்களுக்கு 21 நாட்கள் கூட ஆகலாம். எந்த வயதிலும் இந்நோய் ஏற்படலாம். தாய்க்கு நல்ல காப்புத்திறன் இருந்தால், பிறந்த குழந்தைக்குச் சாதாரணமாக முதல் ஆறு மாதம் பெரியம்மை ஏற்படுவதில்லை. திடீரென வலி, முதுகு வலி, குளிர்காய்ச்சல் போன்ற குணங்குறிகளு டனும் தீவிர நச்சுத் தன்மையுடனும் தொடங்கும். குழந்தைகளுக்கு வாந்தி, வயிற்றுப்போக்கு, தூக்கக் கலக்கம், இசிவு போன்றவையும் தோன்றலாம். சன்னி ஏற்பட்டு உடல்நிலை மோசமாகிவிடலாம். முதலிரண்டு நாட்களில் தற்காலிகமாக சிறு தடிப்புகள் புட்டத்தி லும் தொடையிலும் ஏற்படுகின்றன. இது ''நீச்சலுடை தோல் அரும்பு'' எனப்படுகிறது. மூன்றாம் அல்லது நான்காம் நாளிலிருந்து பெரியம்மைக்கே உரிய அரும்பு கள் முகிழ்க்கின்றன. பெரியம்மையில் தோல் அரும்பு கள் கூட்டம் கூட்டமாக ஒரே பருவ வளர்ச்சி உடைய வையாகத் தோன்றுகின்றன. சிறுசிறு செந்திட்டுகள் போன்ற முதல் கட்ட அரும்புகள் உடலில் தோன்றும் பொழுது காய்ச்சல் போன்ற நச்சுக் குணங்கள் குறை கின்றன. இருபத்து நான்கு மணி நேரத்தில் தடிப்புகள் நடுவில் சற்று உயர்ந்து, சவ்வரிசி போன்ற பருவாகிப்

படம் 1. பெரியம்மை கொப்புளங்கள் தனித்தனியாக மார்பிலும், கை, கால்களிலும் முகத்திலும் காணப்படும்.

பின்னர் மகாப்புளமாகின்றன. நீர்மம் குறைந்து காணப்படும்பொழுது நடுவில் ஒரு தொப்புள் காணப் படுகிறது. ஆனால் நீர்மம் அழுத்தத்துடன் கூடும் பொழுது அது மறைகிறது. பின்னர் காய ஆரம்பிக் கும் பொழுது மறுபடியும் உண்டாகிறது. ஐந்து அல்லது ஆறாம் நாள் நீர்மம் சற்றுக் கலங்கலாகிப் பின்னர் சீழாக மாறுகின்றது. சீழ் கொப்புளங்களாக மாறும்பொழுது கடும் காய்ச்சல் உண்டாகிறது. ஒன்ப தாவது நாள் கொப்புளங்கள் காய ஆரம்பித்து, சுற்றி யுள்ள செந்திட்டு மறைய ஆரம்பிக்கிறது. இரண்டாவது வாரத்தில் காய்ந்து உண்டாகிய பக்குகள் மூன்றாவது அல்லது நான்காவது வாரத்தில் உதிர ஆரம்பிக் கின்றன. உள்ளங்கைகளிலும் உள்ளங்கால்களிலும் இவை விதையைப் போன்று ஊன்றிவிடுகின்றன. இதை ஊசி கொண்டு பெயர்த்து எடுக்க வேண்டியிருக்கும். தோல் அரும்புகள் முதலில் எலும்பை ஒட்டித் தோல் இறுக்கமாக உள்ள மணிக்கட்டு, நெற்றி, கணுக்கால் போன்ற பகுதிகளில் தோன்றுகின்றன. அம்மை முத்துக் கள் முதுகு, வயிறு போன்ற மையப் பகுதிகளை விடக் கை, கால், நெற்றி போன்ற உடலின் சேய்மைப் பகுதி களில் அடர்ந்து தோன்றுகின்றன. இது "மைய விலக்குப் பங்கீடு" எனப்படுகிறது. இக்குறி சின்னம்மை யிலிருந்து பெரியம்மையைப் பிரித்தறிய மிக உதவி யாக உள்ளது.

வீரிய நச்சு அம்மை அல்லது இரத்தக் கசிவு அம்மை என்பது மிகக் கடுமையான அம்மை நோயைக் குறிக்கும் அம்மை முத்துக்கள் உடலில் ஏற்படும் முன்னரே தோல், தொண்டை, ஆசன வாய் முதலிய பகுதிகளிலிருந்து இரத்தக் கசிவு தோன்றுகிறது. நோயாளிகளும் நச்சு விளைவால் இறந்துவிடுகின்றனர். கருவுற்றவர்களுக்குப் பெரியம்மை காணும்பொழுது இரத்தக் கசிவு அம்மை ஏற்பட அதிக வாய்ப்புண்டு. இரத்தக் கசிவு பெரியம் மையைப் பெரும்பாலும் நோயுறுதி செய்யத் தவறிவிடு வதனால் பிறருக்கு அம்மை பரவ வாய்ப்புண்டாகிறது.

அம்மை குத்தியவர்களுக்குக் காப்புத்திறன் (தடுப் பாற்றல்) வெகு உயர்ந்த நிலையில் காணப்படுகிறது. இவர்களுக்கு அம்மை தொற்றினால் மிதமான அளவில் ஒரு சில அரும்புகளுடன் காய்ச்சல் போன்ற நச்சுத் தன்மையின்றி ஏற்படுகிறது. தோல் அரும்புகள் மூன்று நான்கு நாட்களில் தோன்றி, முதிர்ந்து காய்ந்து பக்குக் கட்டி உதிர்ந்துவிடுகின்றன. இவர்களையும் பெரி யம்மை நோயாளிகள் என இனம் காணத் தவறிவிடு வதால், இவர்கள் பிறருக்கு நோய் பரப்பும் கருவியாகி விடுகிறார்கள். பெரியம்மையினால் உடலில் சில சிக்கல் கள் தோன்றுகின்றன. கண்ணில் பூ விழுதல், முகத் தில் ஆழமான வடுக்கள் ஏற்படுதல், எலும்பில் புரை வைத்தல் போன்றவை இவற்றுள் முக்கியமானவை, இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் பார்வை இழப்பிற்குப் பெரியம்மை ஒரு முக்கிய காரணமாக இருந்து வந்தது. மந்த வேரியோலா அதி நுண்ணுயிரி களால், பாதிக்கப்படுபவர்களில் மிக மிதமான நோய்க் குறிகளே ஏற்படுகின்றன. இவர்கள் அம்மையின் விளை வினால் மரணமடைவதில்லை.

சிறப்பு ஆய்வுகள்:

பெரும்பாலான நாடுகளில் அம்மை ஒழிக்கப்பட்டு விட்டதால், இளம் மருத்துவர்கள் பெரியம்மை நோயைக் கண்கூடாகப் பார்த்திருக்க மாட்டார்கள். எதிர்பாராத விதமாக மறுமுறை பெரியம்மை சமு தாயத்தைத் தாக்கும்பொழுது அதை முறியடிக்க மருத்துவர்கள் ஆயத்தமாக இருக்க வேண்டியுள்ளது. எனவே, குறிப்பிட்ட சில மையங்களில் மட்டும் சிறப்பு ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன. அம்மை முத்துக்களின் அடியில் உள்ள திசுக்களைச் சுரண்டி மின்னணு உருப் பெருக்கியில் பார்த்தால் குவார்நெரி மூல உறுப்பு களை எளிதில் காணலாம். முத்துக்களில் அடங்கிய நீர்மத்தில் பெரியம்மைக்கான ஆண்டிஜென் இருப் பதை நிரூபித்து நோயுறுதி செய்யலாம். வீழ்படிதல் முறை, காம்ப்ளிமெண்ட் நிலைப்படுத்துதல், காப்பியல் ஒளிரும் சோதனை, எதிர்முறை காப்பியல், மின் பகுப் பாய்வு போன்றவை இதற்குப் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. முதல் இரு தினங்களுக்கு இரத்தத்திலிருந்தும், ஆறிலிருந்து ஒன்பது நாட்களுக்கு உமிழ்நீரிலிருந்தும், அதி நுண்ணுயிரிகளைப் பிரித்தெடுத்துத் திசு ஊடகங் களில் வளர்க்கலாம். நோயாளியின் உடலிலிருந்து குறித்த இடைவெளியில் எடுக்கப்பட்ட சீரத்தில் ஆண்டி பாடியின் அளவு படிப்படியாக உயர்வது ஓர் உறுதி யான சான்றாகும்.

சிகிச்சை:

அம்மை குத்துவதன் மூலம் இதைத் தடுப்பதே முக்கிய நோக்கமாகும். அம்மை அதிநுண்ணுயிர் தொற் றிய பிறகு அதற்கு எதிரான மருந்து எதுவுமில்லை. காய்ச்சல், உடல்வலி, இசிவு, இரண்டாம் பட்சத் தொற்று போன்றவற்றிற்குரிய (ஆதரவு) சிகிச்சை அளித்தல் வேண்டும். சுற்றுப்புற சுகாதாரத்தைப் பேணி, நோயாளியின் சத்துணவுத் தேவையைக் கண் காணிக்கும் செவிலியரின் துணைமிகத் தேவை. கண்ணில் முத்துக்கள் தோன்றின், அதிக வடு ஏற் படாமல் கருத்துடன் சிகிச்சையளித்தல் வேண்டும். நோயுற்றவர்களுடன் தொடர்புடையவர்களுக்கு நோய் ஏற்படாத வண்ணம் காமா குளோபுளினும், மார்போ ரான் (Marboron) என்ற மருந்தும் அளிக்கப்படுகின்றன. காமா குளோபுளின் காப்புத்திறனை நான்கு மடங்கும், மார்போரான் பதினாறு மடங்கும் அதிகரிக்கின்றன. 20% மார்போரான் மருந்தை ஒரு கிலோ உடல் எடைக்கு 200 மி. கிராம் என்ற அளவில் முதல் முறை அளித்து, பின்னர் 50 மி.கி. என்ற அளவில் ஆறு மணிக்கு ஒரு முறை அளிக்கவேண்டும். இவ்விரண்டும் பெரியம்மையின் குறிகள் உடலில் தோன்றிய பிறகு பயன்படுவதில்லை.

அம்மை குத்தல் (Small pox vaccination) :

பெரியம்மை நோயின் கொடுமையிலிருந்து மனிதர்களைக் காப்பாற்றவும், பெரியம்மை பரவுவதைத் தடுக்கவும் 250 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் அம்மைக் கொப்புளங்களிலிருந்து சிறிது சீழை எடுத்து மற்றவர்கள் உடலில் ஏற்றி வந்தனர். இதன் பிறகு ஆய்வுக்கூடங்களில், கால்நடைகளில் பெரியம்மை நோயைப் பரப்பி அவற்றிற்கேற்படும் அம்மைக் கொப்புளங்களிலிருந்து அம்மைத் தடுப்புப் பால் (Vaccinia virus/pox virus ofificinals) தயாரித்து அதை மனிதர்களுக்குக் குத்தி வந்தனர். இவ்வகை அம்மைப்பால் நீர்ம நிலையில் இருந்ததால் எளிதில் பல பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்ல இயலவில்லை. அப்படி எடுத்துச் சென்றாலும் இவற்றின் வீரியத்தன்மை கெட்டுத் தடுப்பு ஆற்றலை உண்டாக்கவில்லை. எளிதில் கையாளக் கூடிய வீரியம் கெடாத ஒரு அம்மைப்பாலைத் தயாரிக்க அறிவியலறிஞர்கள் முயன்றனர். இதன் பயனாக 1798 இல் எட்வர்டு ஜென்னர் என்பவர் வேக்சீனியா அதி நுண்ணுயிர்களுக்குப் பதில் பாக்ஸ் வைரஸ் போவைன் (Pox virus bovine) எனப்படும் பசு அம்மையிலிருந்து அம்மைத் தடுப்பு நோய்க்கான, தற்போது பயன்படுத்தப்படும் அம்மைப்பாலை, உறை உலர் வடிவில் (Freeze dried vaccine) தயாரித்து அம்மை ஒழிப்பு, அம்மை தடுப்பு முயற்சிகளில் மெச்சத் தகுந்த சாதனையை ஏற்படுத்தினார்.

குத்தும் முறை :

பழைய நீர்ம நிலையில் தயாரிக்கப்பட்ட அம்மைப் பாலைத் திருகு முறையில் மேற்கையிலோ அல்லது முன்கையிலோ குத்தி வந்தனர்.

நவீன உறை உலர் அம்மைப்பாலை பல்முனைக்கீறல் முறையில் (Multiple scratch method) முன் கையின் தோலில் ஊசியால் கீறிச் சிறிது அம்மைப் பாலைத் தொட்டுவைத்துவிட வேண்டும். இச்சிறிய அளவே உடலில் அம்மை நோய்க்கான எதிர்ப்புச் சக்தியை ஏற்படுத்துகின்றது.

அம்மைப்பால் குத்தும் முன் கையாள வேண்டிய முற்காப்பு முறைகள் :

1) குத்தப்பட வேண்டிய இடம் நன்கு சுடு நீரால் சுத்தப்படுத்தப்பட வேண்டும்.

2) அம்மை குத்திக் கொள்வோர் காய்ச்சல், தொற்று நோய்கள், தோல் நோய்கள் போன்ற நோய்கள் இல்லாதவராக இருக்க வேண்டும்.

அம்மைப்பால் குத்தியபின் ஏற்படும் எதிர்வினைகள் :

முதல் நிலை எதிர்வினை : இருபத்து நான்கு மணி நேரத்தில் குத்தப்பட்ட இடம் சிவந்து, வீங்கி அங்குக் கொப்புளம் தோன்றும். இக்கொப்புளம் முத்து நிறத்தில் இருக்கும். இவ்வீக்கம் ஒன்பது அல்லது பத்தாம் நாள் உச்ச கட்டத்தையடைந்து பிறகு கொப்புளம் உடைந்து, அல்லது அமுங்கிவிடும். இக்காலங்களில் மிதமான காய்ச்சலோ, கடும் காய்ச்சலோ, தலை வலியுடன் கூடிய காய்ச்சலோ ஏற்படலாம்.

அம்மைப்பால் குத்தி இருபத்தொரு நாட்களில் குத்தப்பட்ட இடத்தில் எழுந்த கொப்புளங்கள், வீக்கம் எல்லாம் மறைந்து அவ்விடத்தில் பக்கு (Scap) ஏற்படும். சில நாட்களில் பக்கு உதிர்ந்து அவ்விடத்தில் குழிந்த ஊதா நிறத் தழும்பு உண்டாகும்.

சிலர் உடலில் அம்மைப்பால் குத்துவதால் எந்தவித எதிர்வினையும் ஏற்படாமலும் போகலாம். இந்நிலை, அம்மைப்பாலின் வீரியக் குறைவாலோ அல்லது அம்மை குத்திக் கொள்பவர்களின் உடலில் எதிர்ப்புத்தன்மை குறைந்ததாலோ ஏற்படலாம்.

அம்மைப் பால் குத்துவதால் ஏற்படும் சிக்கல்கள் :

அம்மை குத்துவதிலும் சில சிக்கல்கள் தோன்றலாம். கருவுற்றவர்களுக்குத் தவிர்க்க முடியாத காரணத்தால் அம்மை குத்தினால், குழந்தை உடலில் முத்துக்களுடன் பிறக்கலாம். சிலருக்கு உடல் முழுவதும் அம்மை முத்துக்கள் ஏற்படலாம். படரும் வாக்சீனியா அல்லது அமுகும் வாக்சீனியா என்பது மிகக் கொடிய சிக்கலான நோயாகும். பிறவியிலேயே காப்புகுளோபுளின் (Immuno globulin) குறைபாடு கொண்டிருக்கும். ஆகவே, அம்மைப்புண் ஆறாமல் திசுக்கள் அழுகிப் படர்ந்து கொண்டே இருக்கும். பெருமூளை அழற்சியினால் ஏற்படும் மூளைப் பாதிப்பு மிகக் கொடிய சிக்கலாகும். இரண்டு வயதிற்குமேல் அம்மை குத்தும்பொழுது இச் சிக்கல் அதிகம் ஏற்படுகிறது. இதனால் இசிவு, கடும் காய்ச்சல், நினைவுத் தடுமாற்றம், ஆழ்நிலை மயக்கம் போன்றவை தோன்றக்கூடும். உயிர் பிழைத்தால் சிலர் நரம்பியல் நசிவுக் குறிகளால் வாழ்நாள் முழுவதும் துன்புறுவார்கள்.

உலக சுகாதாரக் கழகத்தின் விடா முயற்சியினாலும், குளிரில் காய்ந்த உன்னதமான வாக்சீன்களினாலும் பெரியம்மை உலகத்திலிருந்து பெரும்பாலும் நீக்கப்பட்டு விட்டது. இதனால் பன்னாட்டு அம்மை குத்தும் முறை நிறுத்தப்பட்டாலும், அதி நுண்ணுயிரிகளைக் கையாள வேண்டிய மருத்துவர், ஆய்வாளர் போன்றவர்களுக்கு அம்மை குத்துதல் அவசியமாகிறது.

ஞா·இரா

நூலோதி

1. **Beson & McDermott**, *Text Book of Medicine*, W.B. Saunders Company-Philadelphia, London, Toronto, 14th Edition-1975.

2. *Oxford Text Book of Medicine*, **Edited by D. J. Weatherall, J. G. G. Ledingham & D.A. Warrell**, Oxford University Press-1983.

3. Vaughan, Mckay & Behrman, *Text Book of Pediatrics*, W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 11th Edition-1979.

அம்மை நோய் (கால்நடை)

இவை மனிதனுக்கும் கால்நடைகளுக்கும் வரும் தொற்று நோய்களாகும். அம்மை நோய்கள் நாய், பூனை இரண்டு தவிர ஏனைய வீட்டு விலங்குகள் அனைத்துக்கும் வரும். அவற்றுக்கு வரும் அம்மைகள் அந்தந்த விலங்கின் பெயரால் வழங்கும். இந்த நோய்கள் சாதாரண நுண்ணோக்கிக்குப் புலப்படாத அதிநுண்ணியிர்களால்' ஏற்படுகின்றன. ஒவ்வொரு விலங்கினத்துக்கும் அதற்கென்று ஏற்பட்ட அதிநுண்ணுயிர் உண்டு. ஆயினும் பல்வேறு விலங்கின் அதிநுண்ணுயிர்களும் ஒன்றோடொன்று நெருங்கிய தொடர்புடையன.

இந்த நோய்களின் முக்கியமான குறி, தோலில் கொப்புளங்கள் உண்டாவதாகும். அவை பல நிலைகளில் வளரும். முதலில் தடித்த சிவந்த சிறுகுறிகள் காணப்படும். இவை பின்னர்க் குன்றிமணி அளவான சிவந்த சிறு கொப்புளங்காக மாறும். ஏழாவது அல்லது எட்டாவது நாளில் இக்கொப்புளங்களில் தெளிந்த நீர் கலங்கிச் சீழாகும். கொப்புளத்தின் பரப்பிலுள்ள' திசு செத்துப்போகும். இருபத்தோராவது நாளில் அதிலுள்ள சீழ் உலர்ந்து, மேல்தோல் பக்குக்களாகி உதிரும். அப்போது அந்த இடங்கள் சிறு குழிகளாகத் தோன்றும். இவ்வாறு வரும் கொப்புளங்கள் ஒன்றிரண்டாக அன்றி அதிக அளவில் வளரும். இவை ஒரே காலத்தில் மேற்கூறிய பல நிலைகளில் இருக்கும்.

இந்தக் கொப்புளங்களில் அதிநுண்ணுயிர் காணப்படும். காய்ச்சலுடன் கடுமையாக வரும் நோயில் இரத்தத்திலும், கோழையிலும் கூட அதிநுண்ணுயிர் காணப்படும். இறுதி நிலையில் உதிரும் பக்குகள் தொற்றுந் தன்மையுடையன. இத்தன்மையை அவை பல ஆண்டுகள் கூட இழக்காமலிருக்கும். நோயுள்ள விலங்கினங்களிலிருந்து மற்ற விலங்கினங்களுக்குத் தொற்று மூலம் இந்த நோய் ஒட்டிக் கொள்ளும்.

மாட்டம்மை (Cow-Pox)

இது மந்தையில் மெதுவாகப் பரவுகிறது. இந்நோய் கடுமையானதன்று. இது பசுவின் மடியிலும் காம்பிலும், பிறப்புறுப்பின் புறத்திலும் காணப்படும்; உடம்பின் மற்றப் பகுதிகளில் காண்பது அரிது; கன்றுகளின் உதடுகளிலும், முகத்திலும், மூக்குத்துளைகளிலும் தோன்றும். காளைகளின் விரைப்பையிலும், தொடைகளின் உட்புறங்களிலும் தோன்றும்.

இந்நோய் பெரும்பாலும் காய்ச்சலுடனேயே தோன்றும். அதனால் நோய் கண்ட விலங்கு சுறுசுறுப்பாய் இராது. அது பால் கொடுக்கும் அளவு குறையும். நோய் கடுமையாகாவிட்டால் பொதுவாக மூன்று வார காலத்தில் குணமாகிவிடும்.

இதற்குரிய சிகிச்சை நோயுற்ற விலங்கை மந்தையினின்றும் தனியே பிரித்து வேறாக வைப்பதும், கொப்புளங்களைச் சுத்தம் செய்வதும், நச்சுக் கொல்லிகள் தடவி வைப்பதுமாகும்.

அம்மை, அதிநுண்ணுயிரை நோயில்லாத கன்றுகளின் தோலைக் கீறிய பகுதிகளில் தேய்த்தால் அங்குக் கொப்புளங்கள் பல நிலைகளில் தோன்றும். இந்தக் கொப்புளங்களிலுள்ள நிணநீரை எடுத்து மனிதர்களின் உடலில் செலுத்தினால் அம்மை நோயின் கடுமை குறைந்து, அந்நோய்த்தடை (Immunity) உண்டாகின்றது.

குதிரை அம்மை:

இந்நோய் கடுமையானதன்று. கொப்புளங்கள் குளம்புகளுக்கு மேலேயுள்ள பகுதிகளிலும், குதிகால்களிலும் தோன்றும். அந்த இடங்களில் அழற்சி உண்டாகும். கொப்புளங்கள் உதடுகள், மூக்கைச் சுற்றியுள்ள தோல், பெண் குதிரையின் பிறப்புறுப்பின் புறப்பகுதி ஆகிய இடங்களிலும் தோன்றலாம்.

செம்மறி ஆட்டு அம்மை:

இது மிகவும் கடுமையான நோய். இது உடலில் பல மாறுதல்கள் உண்டாக்கிக் கொன்றுவிடும். கொப்புளங்கள் கோழைப் படலங்களிலும், மயிரில்லாத பகுதிகளாகிய கன்னம், உதடு, மூக்குத் துளைகள், குய்யம், மடி, விரைப்பை, தொடைகளின் உட்புறம், வாலின் அடிப்புறம் ஆகிய இடங்களிலும் தோன்றும். இந்த நோய் பரவுவதற்கு நோயுற்ற விலங்கைத் தொட வேண்டிய அவசியமில்லை. அது காற்று, தூசி முதலிய வழிகளிலும் பரவ முடியும். மனிதன், ஈ, பூச்சி ஆகியவற்றின் வழியாகவும் பரவலாம்.

இந்த நோய் இரண்டு வகைப்படும். ஒன்று கடுமையில்லாதது. அதில் கொப்புளங்கள் தனித்தனியாகவும், ஒழுங்காகவும் தோன்றும். மற்றொன்று பரவக்கூடியது, கடுமையானது. கொப்புளங்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்திருக்கும்; ஒழுங்காகவும் இரா.

முதலில் கடுமையான சுரம் வரும். விலங்கு சுறுசுறுப்பில்லாமல் இருக்கும். தீனி தின்னாது. நடக்கும்போது கால்கள் விறைப்பாக இருக்கும். சுமார் நான்கு நாட்களில் கொப்புளங்கள் தோன்றும். அப்போது சிவந்த தடிப்புகள் இருக்கும். முதல் வகை நோயில் மூன்று வாரங்கள் ஆகும் போது, கொப்புளங்கள் உலர்ந்து, பக்குகள் உதிரும். ஒரு முறை நோய் வந்துவிட்டால் பிறகு நீண்ட காலம் வராமல் இருக்கும்.

இரண்டாவது வகை நோயில் தோல் வெடிக்கும். மயிர் உதிரும். சில வேளைகளில் கண்களிலும் கொப்

புளங்கள் தோன்றிக் கண்களைக் குருடாக்கி விடுவதுண்டு. மூக்குத் துளைகளில் கொப்புளங்கள் உண்டாகிக் கெட்ட நாற்றமான சீழ் வடியலாம். பெட்டை ஆடுகள் நோயுறும்போது கருவுற்றிருந்தால் கருச் சிதைந்துவிடும். பெரும்பாலும் இந்நோய் கண்ட விலங்குகள் இறந்துவிடும்.

நோய் கண்டவுடன் அம்மை நோயுற்ற விலங்குகளையும், உடல் நலம் குறைந்தவைபோல் தோன்றும் விலங்குகளையும் வேறாகத் தனியே பிரித்து வைத்துவிட வேண்டும். வந்த நோய் இரண்டாவது வகையினதாக இருந்தால் நோய் கண்ட விலங்குகளைக் கொன்று புதைத்து விடுவதே நல்லது. நோயில்லாத விலங்குகளையும் பெரிய மந்தையாக இராமல், சிறுசிறு கூட்டங்களாகப் பிரித்துத் தூய மேய்ச்சல் நிலையங்களுக்குக் கொண்டுபோய்விட வேண்டும். தொழுவங்களை நச்சுக் கொல்லி கொண்டு தூய்மை செய்ய வேண்டும். கொப்புளங்களில் நச்சுக் கொல்லி மருந்துகளைப் பூசவேண்டும் நோயுறாத விலங்குகளுக்கு நோய்த் தடை மருந்துகளை ஊசி மூலம் குத்தலாம்.

வெள்ளாட்டு அம்மை :

இது கடுமையில்லாத நோய். கொப்புளங்கள் மடி, காம்பு ஆகிய இடங்களிலும், சில வேளைகளில் வேறிடங்களிலும் தோன்றும். கொப்புளங்களுக்கு வழக்கமாகச் செய்யவேண்டுவன செய்தால் நோய் குணமாகிவிடும்.

பன்றி அம்மை : இது இளம் பன்றிகளுக்கே வரும்; உடல் முழுவதும் தோன்றும். சில வேளைகளில் மூச்சுப்பாதையிலும் தோன்றுவதால் சாவு நேரும். நோய்த்தடை மருந்தை ஊசியால் குத்தி வைக்கலாம்.

பறவை அம்மை :

இது கோழிகளுக்கும் பறவைகளுக்கும் வரும் தொற்று நோய்; பொதுவாக இளம் பறவைகட்கே வரும். தலை உச்சியிலும், தோல் மடிப்புகளிலும், கண் இமையிலும், கொப்புளங்கள் காணப்படும். வாயில் மஞ்சள் நிறமான ஒட்டுந்தன்மையுள்ள படலம் காணப்படும். சில வேளைகளில் கண்களிலிருந்தும், மூக்கிலிருந்தும் கோழையும் சீழும் கலந்த நீர் ஒழுகும்.

இந்த நோய் மூன்று வகைகப்படும். முதல் வகையில் கொப்புளங்கள் இறகில்லாத தலைப்பகுதியில் தோன்றும். அவை பின்னர் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறமான, மறுப்போன்ற முடிச்சுகளாக மாறும். இவை ஒன்றாகச் சேர்ந்து பெரிய முடிச்சுகள் ஆகும். ஏறக்குறைய இருபத்தொரு நாட்களில் இவை உலர்ந்து உதிரும். இந்த வகை நோய் கடுமையானதன்று.

இரண்டாவது வகையில், மஞ்சள் நிறமான தடித்த படல ஒட்டுக்கள் வாயினுள்ளும் தொண்டையிலும் தோன்றும்.

மூன்றாவது வகையில் கொப்புளங்கள் மூக்குத் துளைகளிலும் கண்களிலும் காணும், கண்ணிமைகள் வீங்கும். தடிப்பான மஞ்சள் நிற நீர் வரும்.

முதல் வகை நோய் கண்டால், கொப்புளங்களைத் தூய்மை செய்து அதி நுண்ணுயிர்க்கொல்லி மருந்துகளைப் பூசி வைப்பதே முறை. இம்முறை மற்ற இரு வகை நோய்களிலும் பயன்படாது. அதனால் அந்த இரண்டு வகை நோய்கள் கண்டால், நோயுற்ற விலங்குகளைத் தனியே பிரித்து வைப்பதோடு தொழுவங்களை அதி நுண்ணுயிர்க்கொல்லி கொண்டு தூய்மை செய்ய வேண்டும்.

குஞ்சுகள் இரண்டு மாத வயதாயிருக்கும்போது அவற்றிற்கு நோய்த் தடை மருந்துகளை ஊசி மூலம் குத்தி வைக்கலாம். காண்க-அம்மைநோய்.

அம்மைன்

அம்மோனியா மூலக்கூறுகள் சில உலோக அயனிகளுடன் ஒருங்கிணைந்து அணைவுச் சேர்மங்களாக (coordination complex) உருவாகுபவையே அம்மைன்கள் (ammines) ஆகும். கீழே சில எடுத்துக்காட்டுகள் உள்ளன.

$[Co(NH_3)_6]Cl_2$	—	ரோஜா நிறம்
$[Cr(NH_3)_6]Cl_3$	—	மஞ்சள்
$[Cu(NH_3)_4]Cl_2$	—	நீலம்
$[Cr(NH_3)_4Cl_2]Cl$	—	நேர் (cis) —ஊதா; எதிர் (trans) — பச்சை
$[Ni(NH_3)_6]Cl_2$	—	நீலம்
$[Pt(NH_3)_4]Cl_2 \cdot H_2O$	—	நிறமற்றது
$[Hg(NH_3)_2]Br_2$	—	நிறமற்றது

இந்த அம்மைன்கள் நீரேறிய அணைவுச் சேர்மங்களிலிருந்து (hydrated co-ordination complexes) பெரிதும் மாறுபாடுடையன. எடுத்துக்காட்டாக, நீரேறிய அணைவு உப்புகள் வீரியம் மிகுந்த ஆக்சிஜன் ஏற்றிகளாக (oxidising agents) இருக்க, அம்மைன்கள் வீரியம் மிக்க ஆக்சிஜன் இறக்கிகளாக (reducing agents) அமைகின்றன. அம்மோனியாவை, உலோக உப்பின் நீரியக் கரைசலில் சேர்ப்பதால் அம்மைன்கள் உருவாகின்றன. உலர்ந்த வளிம அம்மோனியாவையோ நீர்ம அம்மோனியாவையோ (liquid ammonia) நீரற்ற உப்பின் (anhydrous salt) மேல் செலுத்துவதாலும் அம்மைன்கள் உருவாகின்றன.

நூலோதி

McGraw-Hill *Encyclopaedia of Chemistry*. Fifth Edition, 1983.

அம்மொனைட்டுகள்

ஏறத்தாழ 70 மில்லியனிலிருந்து 200 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முந்திய இடை உயிரூழிக் (Mesozoic era) காலத்தில் வாழ்ந்து, பின்னர் முற்றிலும் அற்றுப்போய் விட்ட ஒருவகைத் தலைக்காலி மெல்லுடலிகள் அம்மொனைட்டுகள் (Ammonites) அல்லது அம்மொனாய்டு கள் (Ammonoids) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் புதைபடிவங்கள் (Fossils) டிவோனியன் (Devonian), கிரெட்டேசியஸ் (Cretaceous) காலங்களைச் சேர்ந்த கடற்பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் ஓடு (Shell) அரகோனைட்டு (Aragonite) என்னும் பொருளாலானது. இவை மற்ற விலங்குகளைப் பிடித்துத் தின்று வாழ்ந்தன. அம்மொனாய்டுகளின் புதைபடிவங்கள் வெவ்வேறு காலகட்டத்தைச் சேர்ந்த பாறைகளுக்கிடையே உள்ள தொடர்பைக் கண்டறிய உதவுகின்றன. இவற்றைக் கொண்டே இடை உயிரூழிக் காலத்திய படிவுப்பாறைகளின் கால கட்டங்களின் நிலைகள் (Stratigraphic stages) பெயரிடப்பட்டன. உலகின் பல பகுதிகளிலிருந்தும் ஏறத்தாழ 8,000 அம்மொனைட்டு வகைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பலவகை அம்மொனைட்டுகள் தோன்றிக் குறுகிய காலத்தில் பரிணாமச் சிறப்புற்று எண்ணிக்கையிலும் பெருகின. இத்தகைய பெரு வளர்ச்சியே இவற்றின் புதைபடிவங்கள் அதிகமாகக் கிடைப்பதற்குக் காரணமாகும்.

அம்மொனைட்டுகளின் ஓடுகள் அளவிலும் வடிவத்திலும் வேறுபட்டவை; 1.3 செ.மீ முதல் 2மீ. வரை விட்டமுடையவை; ஒரு தளச்சுருளமைப்புடையவை. ஓடுகளின் மேற்பரப்பு வழவழப்பாகவோ, மெல்லிய அல்லது தடித்த அலைவரிகள் (Ribs), கரணைகள் (Nodes) அல்லது கூர்முட்கள் (Spines) போன்ற அமைப்புகளுடனோ காணப்படுகின்றது. ஓடுகள் இரு பக்கச் சமச்சீரமைப்புடன் (Bilateral symmetry) ஒரு தளச்சுருளாக அமைந்துள்ளன. இவற்றின் ஓடுகள் வெளித்தோற்றத்தில் நாட்டிலஸ் (Nautilus) வகை ஓடுகளையொத்திருந்தன; வலம்புரியாகச் சுருண்டிருந்தன (Clockwise coiling) அரிதாகச் சிலவற்றின் கூடுகள் நேராகவும், வேறுசிலவற்றில் வளைந்தும் இருந்தன. சில அம்மொனைட்டு ஓடுகளின் அண்மை முனை (Inner or proximal end) வளைந்தும், சேய்மை முனை (Distal end) நேராகவோ கொக்கிபோன்று வளைந்தோ காணப்பட்டன. ஓடுகளினுள் பல காற்று அறைகள் உள்ளன; அவை கடல் நீரின் வெவ்வேறு ஆழங்களில் ஏற்படும் நீரழுத்த நிலைகளில் மிதப்பதற்கு உதவின. அம்மொனைட்டு ஓடுகளின் இணைப்புக் கோடுகளின் (Suture lines) விளிம்புகள் இரம்பப் பற்கள் போன்ற கூர்நீட்சிகளுடன் இருந்தன. ஓட்டின் மேலுள்ள கோடுகள் ஓட்டின் வளர்ச்சியைக் குறிக்கின்றன. ஓட்டினுள் உள்ள குறுக்கிடைச்சுவர்களின் (Septae) குவிந்த பக்கம், பரிணாம வளர்ச்சியுற்ற அம்மொனைட்டு ஓடுகளில் முன்னோக்கி அமைந்துள்ளன. நீண்ட வளிக்குழல் (Siphuncle) ஒன்று கூட்டின் வெளி ஓரத்தில் உடலுடன் ஒட்டினாற்போல் அமைந்துள்ளது.

ஓடுகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள் பல வகையான உள்ளமைப்புகளைக் காட்டுகின்றன. இளம் அம்மொனைட்டுகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைப் பார்க்கும்போது இவை உள்ளமைப்பிலும் இணைப்புக் கோடுகளின் அமைப்பிலும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. ஓட்டின் அறைகளிலிருந்த காற்று அம்மொனைட்டுகள் நீரில் மிதக்கவும் நீந்திச் செல்லவும் உதவியது. அம்மொனைட்டுகள் உடலை ஓட்டுக்குள் இழுத்துக்கொண்டு ஓட்டின் துளையை (Aperture) ஒன்று அல்லது இரண்டு மூடிகளால் மூடிக்கொள்ள முடிந்தது.

ஒவ்வோர் ஓடும் நான்கு பெரும்பகுதிகளைக் கொண்டது.

1. புரோட்டோக்காங்க் (Protoconch)
2. ஃபிராக்மோகோன் (Phragmocone)
3. வளிக்குழல் (Siphuncle)
4. உடல் அறை (Body chamber)

1. புரோட்டோக்காங்க் : இது ஓட்டின் முதல் அறையாகும். மற்ற அறைகளைவிட இது சிறியது. அம்மொனைட்டின் கருவளர் கூடான (Embryonic shell) இது நீள் உருளை வடிவமுடையது. இது ஃபிராக்மோகோன் எனப்படும் அடுத்த பகுதியிலிருந்து தொடர்பற்றுள்ளது. இவ்விரு பகுதிகளுக்குமிடையில் முதல் குறுக்கிடைச்சுவர் அமைந்துள்ளது.

2. ஃபிராக்மோகோன் : ஃபிராக்மோகோன் என்ற பகுதி குறுக்கிடைச்சுவர்களால் பல சிறு அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதி நாட்டிலாய்டு (Nautiloid) வகைகளில் இருப்பதைவிடப் பெரியதாகவும் சிக்கலானதாகவும் உள்ளது. குறுக்கிடைச் சுவர்கள் ஓட்டின் சுவருடன் இணையுமிடத்தில் மடிந்து இணைகின்றன. மேலும் இணைப்புக் கோடுகளின் விளிம்புகள் மடிந்து முன்னோக்கி நீண்டு, முகடுகளாகவும் (Saddles) மடல்களாகவும் (Lopes) வளர்ந்துள்ளன. இவ்விணைப்புக் கோடுகள் அம்மொனைட்டுகளின் வகைப்பாட்டையும் பரிணாம நிலையையும் அறிய உதவுகின்றன. இணைப்புக் கோடுகள் மூன்று வகைப்படும்.

அ. **கோனியாட்டிட்டிக் இணைப்பு** (Gonaititic suture): இவ்வகை இணைப்புகளில் மடல்களும் முகடுகளும் முழுமையாகக் கோடுபோல உள்ளன. இவ்வமைப்பு தொல்உயிரூழிக் (Palaeozoic) காலத்திய கோனியாட்டைட்டுகளில் (Goniatites) காணப்பட்டது.

ஆ. **செராட்டிட்டிக் இணைப்பு** (Ceriatitic suture) : இவ்வகை இணைப்புகளில் முகடுகள் முழுமையாகவும்,

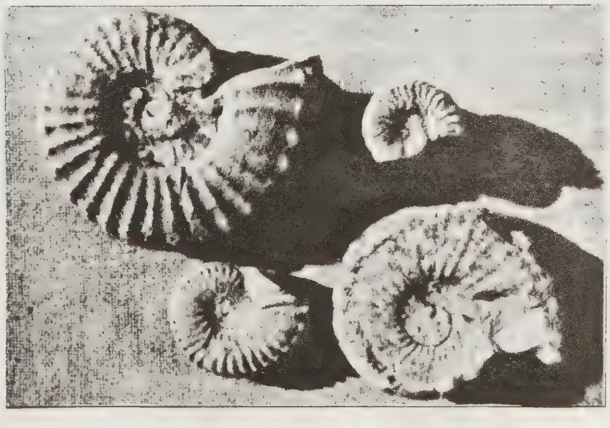
மடல்களின் நுனி பற்களைப் போன்ற (Toothed) அமைப்புடனும் உள்ளன. இவ்வமைப்பு பெர்மியன்-டிரையாசிக் (Permian-triassic) காலங்களில் வாழ்ந்த செராட்டைட்டுகளில் (Ceratites) காணப்பட்டது.

இ. **அம்மொனிட்டிக் இணைப்பு** (Ammonitic suture) : இதில் மடல்கள், முகடுகளின் நுனிகள் பிசிருகளுடன் (Frilled) காணப்படுகின்றன. இவ்வகை இணைப்பு பெர்மியன்-இடை உயிரூழிக் (Permian-Mesozoic) கால கட்டங்களில் காணப்பட்ட அம்மொனைட்டுகளிலேயே சிறப்பாகக் காணப்பட்டது.

3. **வளிக்குழல்:** வளிக்குழல் என்னும் நீண்ட குழல் முதல் குறுக்கிடைச் சுவரில் தொடங்கி ஏனைய அனைத்துக் குறுக்கிடைச் சுவர்களையும் ஊடுருவிச் செல்கிறது. ஒவ்வொரு குறுக்கிடைச் சுவரையும் இக் குழல் ஊடுருவிச் செல்லுமிடத்தில் குறுகிய இடைச் சுவர்க் கழுத்துப்பகுதி (Septal neck) காணப்படுகிறது. இடை உயிரூழிக் காலத்தில் வாழ்ந்த அம்மொனைட்டு களில் இக்கழுத்துப் பகுதியிலிருந்து குறுக்கிடைச்சுவர்கள் முன்னோக்கி வளைந்துள்ளன. ஆனால் தொடக்கக்கால அம்மொனைட்டுகளில் குறுக்கிடைச்சுவர்கள் பின்னோக்கி வளைந்து அல்லது வளர்ச்சி குன்றிக் காணப்படுகின்றன.

4. **உடல் அறை:** இவ்வறையின் நீளம் வெவ்வேறு உயிரிகளில் வேறுபடுகிறது. பெரிய சுருண்ட ஓடுள்ள வற்றில் உயிரியின் உடல் ஒரு சுற்றில் பாதியளவிற்கு அமைந்துள்ளது.

அம்மொனைட்டுகளின் ஓடுகளைத் தவிர உடலின் ஏனைய மென்பகுதிகள் புதை படிவங்களாக மாற்ற மடையாததால் அவற்றின் தன்மையை அறிய இயல வில்லை.



படம் 1. அம்மொனைட்டுப் புதை படிவங்கள்

அம்மொனைட்டுகளின் பரிணாம வரலாறு: அம்மொனைட்டுகள் நாட்டிலாய்டுகலிருந்து (Nautiloids) பாக்லி டிரிட்டாய்டுகள் (Bactritoids) வழியே மூன்று கிளை களாகப் பரிணமித்தன. இவற்றின் பரிணாமத்தின் மூன்று நிலைகளும் முறையே, மேல் தொல்லுயிர் ஊழி யில் (Upper palaeozoic era) கோனியாட்டைட்டு களாகவும், டிரையாசிக் காலத்தில் செராட்டைட்டு களாகவும், பின்னர் ஜூராசிக் (Jurassic), கிரெட்டேசியஸ் காலங்களில் அம்மொனிட்டிடுகளாகவும் பரிண மித்தன. முதலில் தோன்றிய கோணியாட்டைட்டு களின் இணைப்புக் கோட்டில் ஒரே ஒரு மடல் மட்டு மிருந்தது. குறுக்கிடைச்சுவர்கள் நாட்டிலாய்டுகளில் உள்ளவை போன்று அமைந்திருந்தன. சற்றுப் பிற் காலத்தைச் சேர்ந்த கோனியாட்டைட்டுகளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மடல்களும், அம்மொனைட்டு களில் உள்ளதைப் போன்ற குறுக்கிடைச்சுவர்களும் அமைந்திருந்தன. செராட்டைட்டுகள் பெர்மியன் காலத்தில் தோன்றி டிரையாசிக் காலத்தில் பல்கிப் பெருகின. இவற்றில் ஏறக்குறைய 400 இனங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவை 30 அம்மொனைட்டுப் பிரிவுகளாக அல்லது சிறு தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பிரிவும் ஒரு மில்லியன் ஆண்டு கள் நீடித்தது. செராட்டைட்டுகள் எளிமையான மடல்களும், இரம்பப்பல் போன்ற (Cerrate) விளிம் புடன் கூடிய முகடுகளும் பெற்றிருந்தன. பின்-டிரை யாசிக் காலத்தைச் சேர்ந்தவற்றில் இணைப்புக் கோடு கள் அதிகச் சிக்கலாகவும், அம்மொனிட்டிடுளின் கோடு கள் போன்றும் காணப்படுகின்றன.

பெர்மியன் காலத்தில், இரு குடும்பங்களைச் சேர்ந்த அம்மொனைட்டுகளைத் தவிர மற்ற அனைத்தும் அற்றுப் போயின. இந்த அழிவிற்கான காரணம் தெரியவில்லை. இவற்றில் ஓட்டோசெரட்டாசியா (Otoceratacea) என்னும் குடும்பத்திலிருந்து டிரையாசிக் காலத்தில் அதிக அளவு செராட்டைட்டுகள் தோன்றின. டிரையாசிக் கால முடிவில் மற்றுமொரு முறை அம்மொனைட்டுகள் பேரழிவிற்குட்பட்டன. இவ்வழிவிலிருந்து எஞ்சிய ஃபில்லோசெராட்டினா (Phylloceratina) துணை வரிசையில் ஓட்டோசெரட்டா சியா குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஒரே ஓர் இனத்திலிருந்து ஜூராசிக், கிரெட்டேசியஸ் காலங்களில் மற்றுமொரு முறை அம்மொனைட்டுகள் பல்கிப்பெருகின. முகடு களுடன்கூடிய கூடுகளுடைய ஃபில்லோசெராட்டிடுகள் (Phylloceratids) டிரையாசிக் காலந்தொடங்கி கிரெட் டேசியஸ் காலம்வரை பெரும் பரிணாம மாற்றம் ஏது மின்றி நிலையான மெல்லுடலித் தொகுதியாக வாழ்ந்தன. ஃபில்லோசெராட்டினாவிலிருந்து தோன் றிய லைட்டோசெராட்டினாவிலிருந்தே (Lytoceratina) அம்மொனைட்டினாவைச் (Ammonitina) சேர்ந்த உயிரிகள் தோன்றின.

லைட்டோசெராட்டிடுகள் பிரிவைச் சேர்ந்த சுருள் நிலை அமைப்பற்ற ஓடுடைய சில அம்மொனைட்டுகள் ஜூராசிக் காலத்தில் வாழ்ந்தன. கிரெட்டேசியஸ் காலத்தில் அம்மொனைட்டுகளின் இயல்புக்கு மாறான

ஒடுகளுடைய அம்மொனைட்டுகள் மிகுதியாகப் பெருகின. தளர்ந்த சுருள்நிலையமைப்புள்ள ஓடுகள், பாதி பிரிந்த திருகுசுருளமைப்புள்ள (helical) ஓடுகள், ஒழுங்கற்ற தாறுமாறான அமைப்புள்ள ஓடுகள் போன்ற பல் வேறு நிலைகள் காணப்படுன்கிறன. இவை அம்மொனைட்டுகளின் அழிவினைக் குறிக்கும் சிதைவுச் சின்னங்களாகக் கருதப்படுகின்றன. இது ஓரளவு உண்மையாயிருக்கலாம். ஆயினும் இந்தச் சிதைந்த அம்மொனைட்டுகள் வாழ்ந்த காலத்திலேயே சிதைவடையாத இயல்பான அம்மொனைட்டுகளும் வாழ்ந்தன. மேல் கிரெட்டேசியஸ் காலத்தில் செராட்டைட்டுகளில் காணப்படுவது போன்ற இடைச்சுவர்களுடன் கூடிய அம்மொனைட்டுகள் வாழ்ந்தன.

அம்மொனைட்டினர் துணைவரிசையைச் சேர்ந்த திண்மையான அழகிய ஓடுகளையுடைய அம்மொனைட்டுகள் கீழ் ஜுராசிக் காலத்திலிருந்து மேல் கிரெட்டேசியஸ் காலம் வரை காணப்பட்டன. குறுகலான, தட்டையான அமைப்புடைய அம்மொனைட்டுகள் நன்றாக நீந்தக்கூடியவை. இவற்றில் கூட்டின் துளையை மூடியிருந்த கால்சைட்டினாலான (calcite) மூடி மட்டுமே புதை படிவமாகியுள்ளது. கிரெட்டேசியஸ் காலத்தில் வாழ்ந்த ஐந்நூறுக்கும் மேற்பட்ட பொதுவினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கால முடிவில் அம்மொனைட்டுகள் முற்றும் அற்றுப்போயின.

உ. க.

நூலோதி

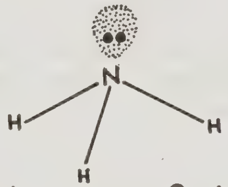
1. **Black, R.M.** *"The Elements of Palaeontology"*, pp. 80-97 Cambridge University press, Melbourne 1978.
2. **Kimball, J. w.** *"Biology"* 4th Ed. p. 687 Oxford and B H Publishing Co., New Delhi 1977.
3. **Tyagi, A. P.** *"Introduction to Palaeontology"* pp. 88-89, S. Chand Co., Ltd., New Delhi, 1976.

அம்மோனியா

இது ஒரு நிறமற்ற, நெடியுடைய வளிமம் (வாயு). சுவாசித்தால் கண்ணீர் வரவழைக்கும் இயல்புடையது. அதிக அளவு சுவாசித்தால் மூச்சுத்திணறல் உண்டாகும். காற்றை விட 1.5 மடங்கு அடர்த்தி குறைந்தது. நீரில் இது பெருமளவு கரைகிறது.

மூலக்கூறின் அமைப்பு. நைட்ரஜன், அய்ட்ரஜனுடன் வினைபுரிந்து அம்மோனியா (ammonia), ஹைட்ரசீன் (hydrazine), ஹைட்ரசோயிக் அமிலம் (hydrozoic acid) போன்ற குறிப்பிடத்தக்க சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றது. இவற்றில் மிகச் சிறப்பானது அம்மோனியா.

அம்மோனியா மூலக்கூறு ஒரு நைட்ரஜன் அணுவும், மூன்று அய்ட்ரஜன் அணுக்களும் கூடி உண்டானது. இது பிரமிட் (சாய்தளக் கோபுர) அமைப்புடையது; நைட்ரஜன் அணுவின் இனக்கலப்பாக்கலால் உண்டாவது. இதன் பிணைப்புகளின் இடைக் கோணம் 106° 45' ஆகும். இப்பிரமிட் அமைப்பில் ஒரு நைட்ரஜன் அணுவும், 3 அய்ட்ரஜன் அணுக்களும் பிரமிட்டின் அடித்தளத்தில் உள்ளன. பிரமிட் நான்முகியின் உச்சியில் இணை பெறு தனி இரட்டை எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன.



வேதிப்பண்புகள். சாதாரண வெப்பநிலையில் அம்மோனியா ஒரு நிலையான வளிமம்; ஆனால் செஞ்சூட்டில் தனிமங்களாகச் சிதைவடைகிறது. இவ்வினை அம்மோனியா தொகுப்பின் மீள்வினை ஆகும். (reversible reaction).

$$2\,NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3\,H_2$$

செஞ்சூட்டிலுள்ள பிளாட்டினத்தின் முன்னிலையில், காற்று அல்லது ஆக்சிஜனுடன் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து

அம்மோனியாவின் இயற்பியல் பண்புகள்.

(அட்டவணை)

உருகுநிலை	—77.74°C
கொதி நிலை	—33.35°C
நிலைமாறு வெப்பநிலை (critical temperature)	132.4°C
நிலைமாறு அழுத்தம் (critical pressure)	113.1 atm
இரட்டை மின்நிலை மாறிலி (dielectric constant) (—77.7°C)	25
அடர்த்தி (density) (—70°C)	0.7253g cm^{-3}
பாகுத்தன்மை (viscosity) (நீர்மம், 25°C)	0.01350 Pas
ஆவி அழுத்தம் (vapour pressure) (—20°C)	142.8 torr

முழுவதும் நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகளாக மாறுகிறது. அம்மோனியாவிலிருந்து நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்க இவ்வினை பயன்படுகிறது.

$$4\,NH_3 + 5\,O_2 \rightleftharpoons 4\,NO + 6\,H_2O$$

காற்றில் பொருள்கள் எரிதலை அம்மோனியா தூண்டுவதில்லை. ஆனால் ஆக்சிஜனில் மஞ்சள் நிறச் சுடருடன் எரிகிறது. அம்மோனியாவும் ஆக்சிஜனும் சேர்ந்த கலவைகள் வெடிக்கும் தன்மையுடையவை.

$$4\,NH_3 + 3O_2 \rightleftharpoons 2N_2 + 6\,H_2O$$

இவ்வினையின் போது சிறிதளவு அம்மோனியம் நைட்ரேட், நைட்ரஜன் பெராக்சைடு ஆகியவையும் உண்டாகின்றன.

ஆக்சிஜன் ஒடுக்கிகள் அம்மோனியாவுடன் செயல்படுவதில்லை. ஆனால் அம்மோனியா குறிப்பாக உயர் வெப்பநிலைகளில் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

கெட்டியான சண்ணாடிக் குழாயில், சூடாக்கப்பட்ட காப்பர் ஆக்சைடின் மீது அம்மோனியா வாயுவைச் செலுத்தினால் அது நைட்ரஜனாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

$$3\,CuO + 2\,NH_3 \longrightarrow 3\,Cu + N_2 + 3\,H_2O$$

வலிமிகு ஆக்சிஜனேற்றிகள், சாதாரண வெப்பநிலையிலேயே அம்மோனியாவை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கின்றன.

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட், அம்மோனியாவை நைட்ரஜனாக மாற்றுகிறது.

$$2\,NH_3 + 2\,KMnO_4 \longrightarrow 2\,KOH + 2\,MnO_2 \quad 2H_2O + N_2$$

அம்மோனியா குளோரினுடன், வினைபுரிகிறது. அம்மோனியா மிகையாக இருக்கும்போது நைட்ரஜனையும்,

$$8\,NH_3 + 3\,Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6\,NH_4\,Cl$$

குளோரின் மிகையாக இருக்கும்போது நைட்ரஜன் குளோரைடையும் உண்டாக்குகிறது.

$$NH_3 + 3\,Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3\,HCl$$

அம்மோனியா சில உலோகங்களுடன் வினைபுரிகிறது; கார உலோகங்களுடன் அமைடுகளைத் தருகிறது. எடுத்துக்கட்டாக, சோடியத்துடன் 300°C இல் சோடாமைடைத் தருகிறது.

$$2\,Na + 2\,NH_3 \longrightarrow 2\,NaNH_2 + H_2$$

ஆனால் மக்னீசியத்துடன் மக்னீசியம் நைட்ரைடைத் தருகிறது.

$$3Mg + 2\,NH_3 \longrightarrow Mg_3N_2 + 3H_2$$

நீரில் அம்மோனியாவின் கரைசல் காரத் தன்மை உடையது. சிவப்பு லிட்மஸை, நீலமாக மாற்றுகிறது மஞ்சளில் (turmeric) தோய்ந்த தாளைப் பழுப்பாக மாற்றுகிறது. இக்கரைசல் அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடைக் கொண்டுள்ளது என்பது பரவலான நம்பிக்கை.

$$NH_4OH + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$$

$$NH_4OH + HNO_3 \longrightarrow NH_4\,NO_3 + H_2O$$

அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு (அம்மோனியா கரைசல்) உலோக உப்புகளினின்றும் அவற்றின் ஹைட்ராக்சைடுகளை வீழ்படியச் செய்கின்றது.

இவற்றில் சில ஹைட்ராக்சைடுகள் மிகையளவு அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடில் கரைகின்றன. இதற்குக் காரணம் அணைவு அயனிகள் (Coordinate ions) உண்டாவதே.

காப்பர் சல்ஃபேட்டுடன் அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படியச் செய்யும் காப்பர் ஹைட்ராக்சைடு, மிகையளவு அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடில் கரைந்து $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ அணைவு அயனியைத் தருகிறது.

$$CuSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow Cu\,(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2\,SO_4$$
$$Cu(OH)_2 \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2\,OH^-$$
$$Cu^{2+} + 4\,NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

நீர்ம அம்மோனியா. கரைப்பான்கள் யாவற்றிலும் சிறந்தது நீர், கரைசல்களின் பண்புகள் பெருமளவு கரைப்பானின் தன்மையைப் பொறுத்தவை ஆகும். சில வினைகள் நீரைக் கரைப்பானாகப் பயன்படுத்தச் செய்ய இயலாதவை. எனவே நீர் அல்லாத சில கரைப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் மிகச் சிறப்பானது நீர்ம அம்மோனியா (liquid ammonia). நீருக்குள்ள சில தனித்தன்மைகள் இதற்கும் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, நீரின் இரட்டைமின் நிலை மாறிலி (dielectric constant) 78. (25°C), நியமக் கடத்து திறன் (specific conductivity) 1×10^{-7} (25°C) ஓம்$^{-1}$செ.மீ$^{-1}$ அம்மோனியாவின் இம்மதிப்புகள் முறையே 25 (—77.7°C), 5×10^{-11} ஓம்$^{-1}$ செ.மீ.$^{-1}$ (−33°C).

அம்மோனியா நீர்மம் −33.4°C வெப்பநிலையில் கொதிக்கிறது. −77.8°C இல் உறைகிறது. −50°C இல் இதன் பிரிகை மாறிலி 1.9×10^{-33}. 25°C இல் இதன் மாறிலி 1.33×10^{-5}. இது பலவகைப்பட்ட கரிம, கனிமச் சேர்மங்களுக்குச் சிறந்த கரைப்பானாகும். ஆல்கஹால்கள், அமீன்கள், ஈதர்கள், எஸ்ட்டர்கள், ஹாலோகார்பன்கள் மற்றும் பல அரோமாட்டிக் சேர்மங்களுக்கு அம்மோனியா சிறந்த கரைபொருளாக விளங்குகிறது.

நீர் கரைப்பானுடன் வினைப்படாத கனிமச் சேர்மங்கள் (inorganic compounds), அம்மோனியாவுடன் மின் கடத்தும் கரைசல்களைத் தருகின்றன.

பெரும்பாலான அம்மோனியம் உப்புகள் எளிதில் அம்மோனியாவில் கரைகின்றன. இது நீரில் நிகழ்வது போலவேயாகும். ஆனால் இக்கரைப்பானில் படிகக்கூடு ஆற்றலும் (crystal lattice energy), என்ட்ரோபி விளைவுகளும் (entropy changes) கரைப்பானேற்ற ஆற்றலைக் காட்டிலும் அதிகம். நீர்ம அம்மோனியாவில் நடைபெறும் எளிய அயனி வினை, அம்மோனியம் உப்புக்கும் (அமிலம்), கரையும் உலோக அமைடுக்கும் (காரம்) இடையே நிகழும் நடுநிலையாக்கல் வினை (neutralization reaction) ஆகும். மின்கடத்து முறை (conductometric) அல்லது மின் அழுத்தத் தரம் பார்த்தல் (potentiometric titration) முறையில் நடுநிலையாக்கலை அளந்தறியலாம். ஃபினால்ஃப்தலீன் போன்ற காட்டிகளையும் தரம் பார்த்தலுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

மற்ற அயனி வினைகள் :

$$Ba(NO_3)_2 + 2\,AgCl \longrightarrow BaCl_2(s) + 2AgNO_3$$

$$AgNO_3 + KNH_2 \longrightarrow AgNH_2(s) + KNO_3$$

$$3\,HgI_2 + 6\,KNH_2 \longrightarrow Hg_3N_2(s) + 6\,KI + 4NH_3$$

சில்வர் குளோரைடு, $[Ag(NH_3)_2]Cl$ ஆகக் கரைகிறது. துத்தநாக அமைடு போன்றவை அமில, கார பண்புகளையும் கொண்டுள்ளன.

அம்மோனியா, நீர் ஆகியவை கரையும் பொருள்களுடன் வினைப்படுவதிலும் (solvolysis) ஒத்துள்ளன. கார உலோக ஹைட்ரைடுகளும் (alkali metal hydrides) ஆக்சைடுகளும் சிதைவடைகின்றன.

$$MH + NH_3 \longrightarrow MNH_2 + H_2$$

$$M_2O + NH_3 \longrightarrow MNH_2 + MOH$$

பல அலோக ஹாலைடுகளும், வலிமைகுறைந்த உலோக ஹாலைடுகளும்நீர்ம அம்மோனியாவுடன் எளிதில்வினை புரிந்து அமைடுகளைத் (amides) தருகின்றன. அமைடு, வெப்பப்படுத்தப்பட்டால் அம்மோனியாவை இழந்து, படிப்படியாக இமைடு (imide), நைட்ரைடு (nitride) ஆகியவற்றைத் தருகிறது. அம்மோனியா நீர்மத்தில் பல இயற்பு வேதியியல் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

நீர்ம அம்மோனியாவில் உலோகக் கரைசல்கள். அனைத்துக் கார உலோகங்களும் காரமண் உலோகங்களும் (பெரிலியம் நீங்கலாக) நீர்ம அம்மோனியாவில் கரைகின்றன. +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் யூரோப்பியம் (europium), இட்டர்பியம் (ytterbium) ஆகியவையும் கரைகின்றன. இவ்வுலோகங்களின் கரைதிறன்கள்:

$$Li = 10.9,\ Na = 24.8,\ K = 46.4\ (-33°C)$$

$$Cs = 334\ (-50°C)$$ ஆகும்

இவை வெப்பநிலையுடன் மிகச் சிறிதளவே மாறுபடுகின்றன.

கரைப்பானை ஆவியாக்கிக் கார உலோகங்களைக் கரைசலினின்றும் பெறலாம். காரமண் உலோகங்கள் $M{\cdot}6NH_3$ போன்ற அம்மோனியேட்டுகளைத் தருகின்றன. சிதைவடைவதில் இவை யாவும் ஒத்துள்ளன.

$$2\,Na + 2\,NH_3 \longrightarrow 2\,NaNH_2 + H_2$$

இவ்வினை புறஊதா ஒளியாலும், இரும்பு, பிளாட்டினம் போன்ற உலோக ஊக்கிகளாலும் அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. இக்கரைசல்கள் நீர்த்த கரைசலில் கருநீல நிறமும், அடர் நிலையில் வெண்கலத்தின் நிறமும் உடையவை. இதற்குக் காரணம் 15,000 Å நிரலாகும். இவ்வனைத்து உலோகங்களுக்கும் உட்கவர்தல் (absorption) ஒத்துள்ளது.

அனைத்துக் கரைசல்களும் அதிக மின்கடத்துத்திறன் கொண்டவை. செறிவுடன் சீராக மாறுவதில்லை. நீரில் மிக நீர்த்த நிலையில் இக்கரைசல்களின் மின் கடத்துத் திறன் முழுதும் அயனியான உப்பின் மின் கடத்துத்திறனைவிட அதிகம்; அதிசெறிவுக் கரைசலில், தூய உலோகத்தின் கடத்துதிறனை ஒத்துள்ளது. நீர்த்த நிலையில் கரைப்பானேறிய உலோக அயனிகளும், கரைப்பானேறிய எலெக்ட்ரான்களும் உள்ளன.

நீர்த்த கரைசல்கள் காந்த ஈர்ப்புப் பண்புடையவை (paramagnetic). இப்பண்பு, செறிவு அதிகமாகக் குறைகிறது. குறைந்த கடத்துதிறன் நிலையில் காந்த விலக்கப் பண்பைப் (diamagnetic) பெறுகிறது.

தயாரிப்பு. அம்மோனியாவைப் பெருமளவில் தயாரிக்கும் முறைகளை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்தலில் துணைப் பொருளாகக் கிடைக்கும் அம்மோனியாவைப் பிரித்தெடுத்தல்.

2. செயற்கை முறையில் தயாரித்தல்,

இவ்விரு முறைகளில் இரண்டாவதாகிய ஹேபர் செயற்கை முறையே சிறந்தது.

ஹேபர் முறை (The Haber Process). நைட்ரஜன், அய்ட்ரஜன் ஆகியவை வினைபுரிந்து அம்மோனியாவை உண்டாக்கும் வினை ஒரு மீள்வினை ஆகும்.

$N_2 + 3\,H_2 \leftrightharpoons 2NH_3 - 22,400$ கலோரிகள். நிறை தாக்க விதிப்படியும் (Law of Mass Action), லீ சாட்லியர் (Le Chatelier) கொள்கைபடியும், நைட்ரஜன்-அய்ட்ரஜன் கலவையின் அழுத்தத்தை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, அம்மோனியாவின் அளவு அதிகரிக்கும். வெப்பம் உமிழ் வினையாதலின் (exothermic reaction) வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, அம்மோனியாவின் அளவு குறையும்.

எனவே அம்மோனியாவைப் பெருமளவில் பெற அதிக அழுத்தமும், குறைந்த வெப்பநிலையும் தேவை.

ஆனால், மிகக்குறைந்த வெப்பநிலையில் வினையின் வேகம் மிக மெதுவாக இருக்கும். ஆகையால், ஒரு குறிப்பிட்ட உகந்த (opitmum) வெப்பநிலை தேவை.

இக் கொள்கையின் அடிப்படையில் ஹேபர் முறையில் நைட்ரஜன், அய்ட்ரஜன் ஆகியவை 1:3 எனும் பருமன் விகிதத்தில் கலக்கப்பட்டுச் சுமார் 250 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் 500°C இல் வைக்கப்பட்டுள்ள ஏதாவது ஒரு வினையூக்கியின் மேல் செலுத்தப்படுகின்றன. அவ் வினையூக்கிகளாவன :

1. நன்கு தூளாக்கப்பட்ட இரும்பு வினை ஊக்கி, மாலிப்டினம் அல்லது கால்சியம் மேலூக்கி (promoter).
2. மிகச்சிறிய அளவு சிலிகா, பொட்டாசியம் ஆக்சைடு கலந்த ஃபெரிக் ஆக்சைடு.
3. நுண் தூளாக்கப்பட்ட ஆஸ்மியம் அல்லது யுரேனியம்.
4. பியூமிஸ் கல்லின் மேல் வீழ்படிவாக்கப்பட்ட தூளான நிக்கல், சோடாமைடு.

வினையூக்கி நச்சுத்தன்மையால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்க வாயுக்கலவை தூய்மையாக இருக்க வேண்டும்.

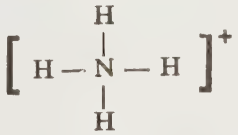
அழுத்தப்பட்ட வாயுக்கலவை முதலில் சோடா சுண்ணாம்பில் செலுத்தப்பட்டு உலர்த்தப்பட்டு வினையூக்கி அறையில் செலுத்தப்படுகிறது. முதலில் வெப்ப அறைக்குள் செலுத்தப்பட்டுச் சூடாக்கப்படுகிறது. பின்னர் மின்சாரத்தால் சூடாக்கப்பட்ட குழாயின் வழியாக 500-700°C இல் வைக்கப்பட்டுள்ள வினையூக்கியின் மேல் அனுப்பப்படுகிறது. இக்கலவை அழுத்தத்திற்குள்ளாக்கப்பட்டுப் பின்னர் உறைகலவையின் உதவியால் குளிர்விக்கப்படுகிறது. அம்மோனியா நீர்மமாக மாறிக் குழாயின் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. வினைபடாத நைட்ரஜன்-அய்ட்ரஜன் கலவை மீண்டும் வினைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது.

நிலக்கரியினின்றும் பெருமளவு அம்மோனியாவைப் பெறுதல்: நிலக்கரியை மூடிய கலனில் இட்டுச் சுமார் 400° C க்கு வெப்பப்படுத்தினால் சிறு அளவு வாயுக்களும், பெருமளவு நீர்மங்களும் உண்டாகின்றன. வெப்பநிலை குறையக்குறைய நீர்மப் பொருள்களின் அளவு அதிகமாகிறது. இந்நீர்மப் பகுதி நீர் போன்ற பகுதியாகவும், (இதில் அம்மோனியா, அம்மோனியம் சல்ஃபைடு, ஃபீனால், பிரிடின், சிறிதளவு மற்ற கரிமப் பொருள்களும் உள்ளன), நீரில் கரையாத தார் மட்டமாகவும் (இதில் பென்சீன், டொலுயின், நாஃப்தலீன் போன்ற கரிமப் பொருள்கள் உள்ளன), இரு மட்டங்களாகப் பிரிகின்றன. முதல் பகுதியில் உள்ள நீர்மத்தினின்றும் வெப்பப்படுத்தி வெளிவரும் அம்மோனியாவை நீரில் உறிஞ்சும்படிச் செய்து அம்மோனியா நீர்மக் கரைசலைத் தயாரிக்கலாம். இக்கரைசலே உலகத்தின் பெருமளவு அம்மோனியா தேவையை நிறைவு செய்கிறது. அம்மோனியா நீர்மக்கரைசலினின்றும் அம்மோனியாவை வெளியேற்ற அதில் நீராவி செலுத்தப்படுகிறது. அம்மோனியம் உப்புகளாக இருப்பின் அவற்றுடன் சுண்ணாம்பு நீரைச் சேர்த்து மேலும் வெப்பப்படுத்தி அம்மோனியா வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு வெளிவரும் அம்மோனியாவை சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் உறிஞ்சும்படி செய்து அம்மோனியம் சல்ஃபேட் படிகங்களைப் பெறலாம்.

இவை தவிர அம்மோனியாவைப் பெருமளவில் தயாரிக்கப் பயன்படும் மற்ற முறைகளும் இருக்கின்றன.

அம்மோனியம் உப்புகள். அம்மோனியா காரத்தன்மை உடையது. அமிலங்களுடன் வினைப்பட்டு இது கொடுக்கும் உப்புகள் அம்மோனியம் உப்புகள் எனப்படும். அமில உப்பு நிறமற்றதாயின், அம்மோனியம் உப்புகள் அனைத்தும் வெண்மையானவை. ஃபெர்ரிக் குளோரேட், கோபால்ட்டி நைட்ரேட், குளோரோ பிளேட்டினேட் நீங்கலாக மற்றவை யாவும் நீரில் கரைகின்றன. இவை செஞ்சூட்டு வெப்பநிலைக்குக் கீழேயே சிதைவடைகின்றன; அல்லது ஆவியாகின்றன; எரிகாரங்களுடன் (குறிப்பாக வெப்பப்படுத்தினால்) அம்மோனியாவை வெளிவிடுகின்றன.

அம்மோனியம் அயனி தனித்தியங்காது. உப்புகள் அல்லது கரைசலில் மட்டுமே சேர்ந்திருக்கும். அம்மோனியம் அயனியின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு :



பண்புகளில் இது சோடியம் அயனியை ஒத்துள்ளது.

அம்மோனியாவின் முக்கியமான உப்புகள் :

அம்மோனியம் குளோரைடு. இது சால் அம்மோனியக் (sal-ammoniac) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது; அம்மோனிய-சோடா முறையில் குழாய்களில் சுற்றும் நீர்மங்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது. சால்வே கோபுரத்தினின்று வரும் தெளிந்த நீர்மத்தை/கரைசலை, உப்பு, அம்மோனியா ஆகியற்றுடன் வினை புரியச் செய்தால் அம்மோனியம் குளோரைடு கிடைக்கும். இதில் அம்மோனியம், சோடியம், குளோரைடு, கார்பனேட், அயனிகளின் செறிவை அம்மோனியம் குளோரைடு உண்டாகுமாறும், சோடியம் பைகார்பனேட் உண்டாகாமலிருக்கும்படியும் செய்ய வேண்டும்.

இம்முறையில் நாளொன்றுக்கு 100 டன் தூய அம்மோனியம் குளோரைடு பெறலாம். அம்மோனியம் குளோரைடு ஒரு வெண்ணிறப் படிகத் திண்மம். உப்புச் சுவையும், நீரில் கரையும் தன்மையும் வாய்ந்தது. கரையும்போது கரைசலின் வெப்பநிலையக் குறைக்கிறது.

லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தை மின்னேற்றம் செய்வதற்கு அம்மோனியம் குளோரைடு பயன்படுகிறது.

பற்ற வைக்கும் பொழுது உலோகங்களை ஆக்சிஜனேற்றமடையாமல் பாதுகாக்கிறது. இரும்பின் மீது துத்தநாகத்தைப் பூசப் (galvanising) பயன்படுகிறது. நூர்பாலைத் தொழிலிலும் இது பயன்படுகிறது. அண்மைக் காலத்தில் எளிய சிக்கனமான உரமாகப் பெருமளவில் இது பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

அம்மோனியம் நைட்ரேட் (NH_4NO_3). அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தை, அம்மோனியா ஆவியால் நடுநிலையாக்கி அம்மோனியம் நைட்ரேட் பெறப்படுகிறது. இது உருகிய நிலையில் இருக்கும். அம்மோனியம் சல்ஃபேட், சோடியம் நைட்ரேட் ஆகியவற்றை இரட்டைச் சிதைவடையச் செய்வதனால் இதனைப் பெறலாம்.

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaNO_3 \longrightarrow 2NH_4NO_3 + Na_2SO_4$$

சோடியம் சல்ஃபேட்டைப் ($Na_2SO_4.10\ H_2O$) படிகமாக்கிப் பின்னர் மீதமுள்ள கரைசலை ஆவியாக்கி அம்மோனியம் நைட்ரேட் பெறப்படுகிறது, அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டை, கால்சியம் நைட்ரேட்டுடன் இரட்டைச் சிதைவடையச் செய்தும் பெறப்படுகிறது; அம்மோனியா சோடா முறையில் சோடியம் குளோரைடுக்குப் பதிலாக, சோடியம் நைட்ரேட்டைப் பயன்படுத்தியும் பெறப்படுகிறது.

இது ஐந்து வடிவங்களில் வெண்ணிறப் படிகமாக உள்ளது; எளிதில் நீரில் கரைகிறது. அப்போது அதிக அளவு வெப்பத்தை உட்கொள்கிறது (endothermic); எனவே உறைகலவை உப்பாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சிறிதளவு நீரில் பெருமளவு உப்பைக் கரைத்தால் மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையைப் பெறலாம்.

நைட்ரஸ் ஆக்சைடு தயாரிக்கவும், அமெட்டால் (80% NH_4NO_3 + 20% T.N.T.), அமெனால் (பெருமளவு NH_4NO_3, சிறிதளவு அலுமினியம் அல்லது கரி)போன்ற வெடிமருந்துகளைத் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. அம்மோனியம் சல்ஃபேட், கால்சியம் கார்பனேட்டுடன் கலக்கப்பட்டு உரமாகவும் பயன்படுகிறது.

அம்மோனியம் சல்ஃபேட் ($(NH_4)_2SO_4$). இது அம்மோனியாவின் மிக முக்கிய வணிக உப்பாகும். அம்மோனியா வாயுவை 60 சதவீதம் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் செலுத்திக் கரைசலை ஆவியாக்குவதாலும் அல்லது ஜிப்சத்தை ($CaSO_4.\ 2\ H_2O$) நீரில் படியச்செய்து அதனுள் அம்மோனியாவையும் கார்பன் டைஆக்சைடையும் செலுத்துவதாலும் இது பெறப்படுகிறது; கால்சியம் கார்பனேட் வீழ்படிவாகவும், அம்மோனியம் சல்ஃபேட் கரைசலிலும் கிடைக்கின்றன. கரைசலை ஆவியாக்கி அம்மோனியம் சல்ஃபேட் பெறப்படுகிறது.

அம்மோனியம் சல்ஃபேட் பெரிய, தெளிந்த படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது; பொட்டாசியம் சல்ஃபேட்டுடன் வடிவொத்தது; நீரில் அதிக அளவு கரைகிறது. வெப்பப் படுத்தும் பொழுது 100°Cக்குக் கீழேயே அம்மோனியா வெளியேறி அம்மோனியம் பைசல்ஃபேட்டைக் கொடுக்கிறது. அம்மோனியம் பைசல்ஃபேட் ஓர் அமில உப்பு.

இது பெருமளவில் உரமாகப் பயன்படுகிறது; மற்ற அம்மோனியம் சேர்மங்களைத் தயாரிக்க மூலப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

அம்மோனியம் தயோசயனேட் (NH_4SCN). மஞ்சள் அம்மோனியம் சல்ஃபைடை ஹைட்ரோசயனிக் அமிலத்துடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் அம்மோனியம் தயோ சயனேட் (ammonium thiocyanate) பெறப்படுகிறது. இது ஃபெர்ரிக் அயனிக் கரைசலுடன் இரத்தச் சிவப்பு நிறத்தைத் தருகிறது. ஃபெர்ரிக் அயனியை இனங்காண இது பயன்படுகிறது. (காண்க; ஹைட்ரசீன்; நைட்ரஜன்; அமீன்கள்)

பு.க.மு.

நூலோதி

1. **McGraw-Hill** *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, 1983.
2. **Cotton, Albert F., and Wilkinson, Geoffrey.**, *Advanced Inorganic Chemistry*. Third Edition, Wiley Eastern Ltd, New Delhi, 1979.
3. **Day, Clyde M. and Selbin, Joel,** *Theoretical Inorganic Chemistry*, Reinhold, 1966.

அமண்ட்சன் கடல்

அமண்ட்சன் கடல் (Amundsen sea) என்பது அண்டார்க்டிக் கண்டத்தையடுத்து ராஸ் கடலுக்கு (Ross sea) மிக அருகே அமைந்துள்ளதொரு பனிபடர்ந்த கடலாகும். இது தென் துருவக் கடல் என்றும் (South pole sea) கூறப்படுகின்றது. பனிக்கட்டிக் கண்டம் (Icy Continent) எனப்படும் அண்டார்க்டிக் கண்டத்தின் நடு மத்தியில் அமைந்துள்ள, எப்பொழுதும் பனியால் போர்த்தப்பட்ட குளிர்ப் பிரதேசமாகிய தென்துருவத்தினை (South pole) முதன் முதலாக அடைந்த பெருமை நார்வே நாட்டைச் சேர்ந்த அமண்ட்சன் ரோல்டு (Amundsen Roald 1872-1928) என்பவரையே சாரும். 1872இல் பிறந்த இந்நார்வே கடலியல் வல்லுநர் 1897இல் பெல்ஜிய நாட்டு கடலாராய்ச்சிக் கப்பலாகிய பெல்ஜிக்கா (Belgica) எனும் கப்பலில் தென் துருவ ஆய்வுப் பயணத்தை மேற்கொண்டார். இக் கப்பலில் அமண்ட்சன் தலைமையில் சென்றவர்கள்தான் முதன் முதலாகப் பனிக் காலத்தைப் (Winter) பனிக் கண்டத்தில் (Antarctica) வெற்றிகரமாகக் கழித்தனர். பனிக்காலம் முடிந்ததும், வட தென் துருவக் கடலை எப்படியாவது அடைந்து வெற்றிகாண விழைந்து அதற்காக ஆயத்தமாகும் சமயம், அமெரிக்க வல்லுநர் ராபர்ட் பியாரி (Robert Peari) என்பவர் வடகடலை

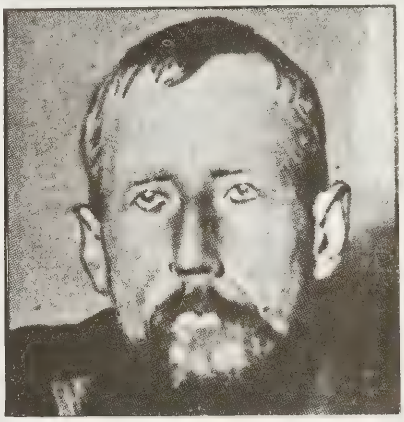
எட்டிப்பிடித்த செய்தி கிட்டவே, அமன்ட்சன் சிறிதும் மனம் தளராது தென் துருவத்தை நோக்கி 1910 சூன் திங்கள் தன் வீரக் கடல் பயணத்தைத் தொடங்கினார். அண்டார்க்டிக் தீவுகளாகிய மேதிரா தீவுகளிலிருந்து (Madeira Islandss) ராஸ்கடலை (Ross sea) அடைந்து, தென் துருவத்திலிருந்து 60 மைல் தூரத்திலேயே அண்டார்ச்டிக் ஆராய்ச்சிக்கு அடித்தளத்தை நிறுவி வெற்றி கண்டார் அமன்ட்சன். பிறகு தென் துருவத்தினை மிகவும் வியத்தகு முறையில் சக்கரமில்லாத, நாய்களினால் பனிக்கட்டி மீது இலகுவாக வழுக்கி இழுக்கப் படும் ஸ்லெட்ஜ் (Sledge) இழுவை வண்டி மூலம் நான்கு பேருடன் போய்ச் சேர்ந்தார். பிறகு 1928 ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்கள் 18ஆம் நாள் ஆர்க்டிக் கடலிலேயே மற்றுமொரு வல்லுநராகிய நோபிலி (Nobili) என்பவரைக் காப்பாற்றும் பொருட்டுத் தம் உயிரினையே இழந்ததால் அமன்ட்சன் சென்ற கப்பலைக் கூடக் கண்டுபிடிக்க இயலாது போயிற்று. அமண்ட்சனின் வியத்தகு தீரச் செயலினால் இக்கடல் (தென்துருவக் கடல்) அமன்ட்சன் கடல் எனப் பெயர் பெற்றது. இதன் காரணமாக நார்வே நாட்டினர் தங்கள் 300 வது தபால் ஆண்டு விழாவின் நினைவாக தென் கடல் ஆராய்ச்சியாளரும், ஆர்க்டிக் ஆராய்ச்சியாளருமாகிய அமன்ட்சன், நான்சன் எனும் நார்வே நாட்டு வீரர்களுக்காகத் தபால் தலை வெளியிட்டுப் பெருமைப்படுத்தினர். 1961இல் அமன்ட்சன் தென் துருவப் பயண 50வது ஆண்டினை, இரு தபால் தலைகளில் ஒன்றில் அமன்ட்சன் அவரது ப்ராம் (Fram) எனும் பயணக் கப்பலும் கூடச் சென்ற கூட்டமும் (Dog Team), மற்றொன்றில் தென்துருவக் கடலில் அமைந்த ஆராய்ச்சிக் கூடாரமும் பொறித்து வெளியிட்டு அமன்ட்சன் தீரச் செயலை நார்வே நாடு சிறப்பித்தது. இங்ஙனம் ஆரம்பித்த அண்டார்க்டிக் பயணம் தான் தற்சமயம் நம் இந்திய நாட்டுக் கடலியல் வல்லுநர் டாக்டர் காசிம் தலைமையில் 4 பயணங்கள் மேற்கொண்டு வெற்றிநடை போட்டுக்கொண்டிருக்கிறது.

ஜி. எஸ். வி.

அமண்ட்சன் ரோல்டு

துருவ ஆய்வு வரலாற்றில் இடம் பெறுபவர்களில் இவர் முக்கியமானவர். தென் துருவம், வடதுருவம் ஆகிய இரு பகுதிகளை முதன் முதலாகச் சென்றடைந்த பெருமை இவரையே சாரும். மேலும் வட மேற்கு, வட கிழக்கு வழியாக உலகைக் கப்பலில் சுற்றி வந்த முதல் மனிதர் என்ற பெருமையும் இவருக்கு உண்டு.

1872ஆம் ஆண்டு இவர் நார்வேயிலுள்ள போஜ் என்னுமிடத்தில் ஜூலைத் திங்கள் 16 ஆம் நாள் பிறந்தார். கப்பல் உரிமையாளரான இவரது தந்தை அமண்ட்சனின் 14 ஆம் வயதில் இறந்தார். பள்ளியில் படிக்கும் சமயத்தில் சர். ஜான் பிராங்க்ளினின் ஏனைய துருவத் தேட்டத்தில் ஈடுபட்ட ஆய்வாளர்களின் கதைகளைப் படித்துத் தாமும் அதுபோல் வரவேண்டும் என்ற துடிப்புடன் இருந்தார்.



படம் 1. அமண்ட்சன் ரோல்டு

அமண்ட்சன் தம் தாயாரின் மன நிறைவுக்கு வேண்டி இரண்டு ஆண்டுகள் தற்பொழுது ஆஸ்லோ என்றழைக்கப்படும் கிறிஸ்டியானா பல்கலைக் கழகத்தில் மருத்துவம் பயின்றார். தாயாரின் மறைவுக்குப் பின்னர் அமெண்ட்சன் மருத்துவப் படிப்பை விட்டு விட்டுத் தம் 25 ஆம் வயதில அண்டார்க்டிகாவிற்குச் சென்ற பெல்ஜிகா என்ற கடலாய்வுப் பயணக் கப்பலில் சேர்ந்தார். அப்பயணத்திற்குப் பின்னர் நார்வே திரும்பியவுடன் தமது சொந்த முயற்சியால் தனியாக அண்டார்க்டிகா சென்று வரத் திட்டமிட்டார்.

1903 ஆம் ஆண்டில் அவர் வடகாந்தத் துருவத்தைச் சென்றடையும் எண்ணத்துடன் ''ஜோவா'' என்ற கப்பலில் பயணத்தைத் தொடங்கினார். கிரீன்லாந்தின் வடகிழக்குப் பகுதியிலுள்ள கிங் வில்ம் லாண்ட் என்னுமிடத்தில் 19 திங்கள் தங்கிப் பயணத்திற்கான ஆய்வை நடத்தினார். காந்தத் துருவத்திற்கு நிலையான இருப்பிடம் இல்லையென்றும் அது தொடர்ச்சியாக நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் என்பதையும் அவரது ஆய்வுகள் சுட்டிக்காட்டின. இந்த ஆய்வுப் பயணத்தின் போது 1905ஆம் ஆண்டில் அட்லாண்டிக்கிலிருந்து வடமேற்குப் பகுதி வழியாகப் பசுபிக் செல்லும் வழியில் சென்றார். பல விரிகுடாக்கள், நீர்ச்சந்திகள் வழியாகப் பயணம்செய்து கனடாவின் வடக்குப் பகுதியை அடைந்தார்.

பின்னர் அமண்ட்சன், ப்ராம் என்ற நான்சன் கப்பலின் மூலம் வட துருவத்தைச் சுற்றி வரத் திட்டமிட்டார். அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த ஆய்வாளர் ராபர்ட் இ. பியேரி 1909 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் வட துருவத்தை அடைந்தார் என்ற செய்தியை அறிந்தவுடன் அதற்குப் பதிலாகத் தென் துருவத்திற்குச் சென்று வர முடிவு செய்தார். அவர் தென் துருவத்தை 1911 ஆம் ஆண்டு சென்றடைந்தார். இவருக்குப் பிறகு 35 நாட்களில் ராபர்ட் எப். ஸ்காட் அதே பகுதியைச் சென்றடைந்தார்.

1918 ஆம் ஆண்டில் அவர் புதிதாகக் கட்டிய மாட் என்றகப்பலின் மூலம் திரும்பவும் ஆர்க்டிக் பகுதிக்குச் சென்று வரத் தொடங்கினார். அவர் வட துருவத்தின் வழியாக ஆசியாவிலிருந்து வட அமெரிக்கா செல்லத் திட்டமிட்டார். ஆனால் துருவத்தில் உள்ள பனிப் பகுதிகளில் கப்பல் செல்ல முடியாத காரணத்தால் இம் முயற்சிகளில் தோல்வியுற்றார். எனினும் இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் அலாஸ்காவைச் சென்றடைந் தார்.

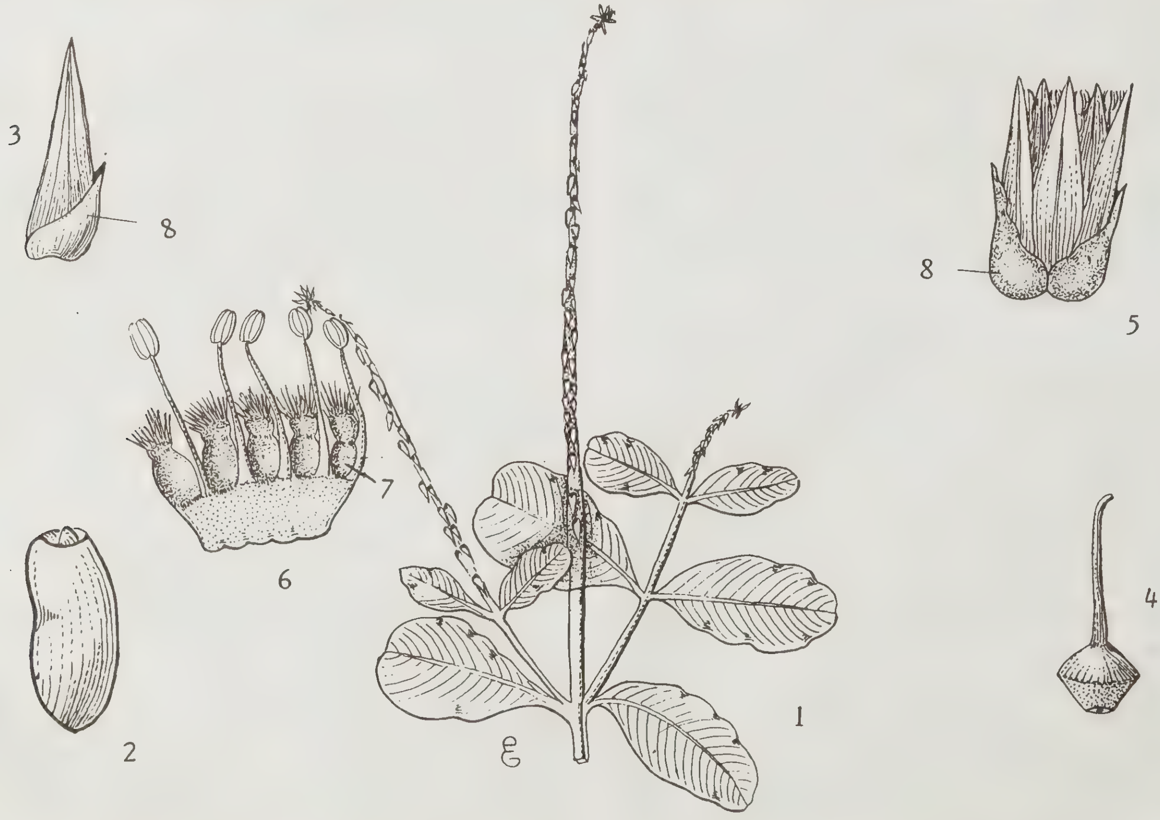
ஆர்க்டிக் பகுதிகளில் மேற்கொண்ட ஆய்வைத் தொடர்வதற்கு, மாட் என்ற கப்பலைத் திருப்பி அனுப்பிவிட்டு, வடதுருவத்தை விமானத்தின் மூலம் கடக்கும் திட்டத்தில் ஈடுபட்டார். இந்தத் திட்டம் 1926 ஆம் ஆண்டு மே மாதம் 11-13 நாட்களில் வெற்றிகரமாக நிறைவேறியது. அம்பர்டோ நோபைல் என்ற இத்தாலி விமானியால் செலுத்தப்பட்ட நார்ஜ் என்ற விமானத்தின் மூலம் துருவத்தின் ஸ்பிட்ஸ்பெர் கன், அலாஸ்காவிலுள்ள டெல்லா ஆகிய பகுதி களுக்கு இடையில் 2,700 மைல் தொலைவைக் கடந் தார். இவருடன் அமெரிக்க ஆய்வாளர் லிங்கன் எல்ஸ் வொர்த்தும் சென்றார்.

இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் அமண்ட்சனுடைய கடைசி வீரச் செயல் நிகழ்ந்தது. 1928 ஆம் ஆண்டு ஜூன் மாதத்தில் இவர் இரண்டாம் ஆர்க்டிக் விமானப் பயணத்தின் போது விபத்துக்குள்ளான நோபைலுக்கு உதவி செய்யக்கருதி, நார்வேயிலிருந்து புறப்பட்டுச் சென்றார். அமண்ட்சனுடைய விமானம் மறைந்து விட்டது. ஆனால் நோபைல் பின்னர் மற்றவர்களால் மீட்கப்பட்டார். சில திங்களுக்குப் பின்னர் கண்டுபிடிக் கப்பட்ட உடைந்த விமானத்தின் பகுதிகளின் மூலம் அமண்ட்சன் இறந்து விட்டார் என்ற செய்தி கண்டறி யப்பட்டது.

அமராந்தேசி

இது ஒருபூவிதழ் வட்டமுடைய (Monochlamydeous) இருவிதையிலைக் குடும்பமாகும். அமராந்தேசியில் (Amaranthaceae) 64 பேரினங்களும் ஏறக்குறைய 800 சிற்றினங்களும் அடங்கியுள்ளன. இதற்கு அமரந்த் குடும்பம் (Amaranth family) என்ற பெயரும் உண்டு. இது வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் (Tropics), முக்கிய மாக ஆப்பிரிக்காவிலும், அமெரிக்காவிலும் பரவியிருக் கின்றது. தென்னிந்தியாவில் இதன் 13 பேரினங்களும் 33 சிற்றினங்களும் இருக்கின்றன.

பொதுப்பண்புகள் இதில் ஒரு அல்லது பல பருவச் (Annual or Perennial) செடிகளுண்டு. புதர்ச்செடிகள்



1. செடியின் ஒரு பகுதி 2. விதை 3. பூ மொட்டு 4. சூலகம் 5. பூ 6. ஆணகத்தின் விரிப்புத் தோற்றம் 7. மலட்டு மகரந்தத்தாள் 8. பூவடிச்சிதல்.

(Shrubs) குறைவு. இலைகள் தனித்தவை; மாற்று (Alternate) அல்லது எதிரமைவு (Opposite phyllotaxy) கொண்டவை; இலையடிச்சிதல்கள் (Stipules) இல்லை. மலர்கள் இருபாலானவை (Bisexual); சிலவற்றில் ஒரு பால் (Unisexual) மலர்களும் உண்டு; ஆரச்சமச் சீரானவை (Actinomorphic); ஒவ்வொரு மலருக்கும் சவ்வு போன்ற அல்லது மெல்லிய நிலைத்திருக்கக்கூடிய மலரடிச் சிதலுண்டு (Bract). இது போன்ற சிறு சிதல்கள் சோடியாக இருக்கும். மலர்கள் தனித்தோ, ஸ்பைக் (Spike) அல்லது ரெசிம் (Raceme) மஞ்சரியிலோ காணப்படும். பூவிதழ் வட்டம் ஓர் அடுக்கில் (Perianth) 3-6 இதழ்களுடன் இருக்கும். முற்றிலும் இணையாமலோ, சற்று இணைந்தோ உலர் தோற்றத்துடன் காணப்படும். மகரந்தத் தாள்கள் 5 உண்டு, இவை இதழ்களுக்கு எதிர்ப்புறமாக அமைந்திருக்கும்; பெரும்பாலும் தாள்கள் இணைந்து குழல் போன்று அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு மகரந்தப் பையும் 4 அல்லது 2 அறைகள் கொண்டது; சூற்பை 2-3 சூலக இலைகளினால் ஆக்கப்பட்டு ஓர் அறையுடன், மேல்மட்டத்தில் அமைந்திருக்கும். சூல்கள் கேம்பைலோடிரோபஸ் (Campylotropous) வகையைச் சார்ந்து, ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு அடித்தளச் சூல் அமைவுடன் (Basal placentation) காணப்படும். சூலகத்தண்டும், சூலகமுடிகளும் 1-3 வரை இருக்கும். இதன் கனி, மேல் பாதியில் பிரியக்கூடிய வெடிகனி (Circumscissile capsule) அல்லது சிறுகொட்டை (Nutlet) கனியாகும். கருமுளைசூழ் சதையைச் (Endosperm) சுற்றி வளைந்து காணப்படும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: முள்ளுக்கீரை (Amaranthus spinosus), சிலோசியா அர்ஜண்டியா (Celosia argentea), அல்மானியா நோடிஃப்புளோரா (Allmania nodiflora), நாயுருவி (Achyranthes aspera) ஆகியவை களைச் செடிகளாக எங்குப் பார்த்தாலும் வளர்கின்றன. டிலாந்தீரா ஃபைக்காய்டிஸ் (Telanthera ficoides), சிலோசியா (Celosia spp.), காம்ஃபீரினா (Gomphrena spp.) ஆகியவற்றின் சில சிற்றினங்கள் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. தண்டுக்கீரை (Amaranthus tricolor; A. paniculatus), பொன்னாங்கண்ணிக்கீரை (Alternanthera triandra) ஆகியவை சமைத்து உண்ணப்படுகின்ற கீரைவகைகளாகும். பால் சுரத்தலை அதிகரிக்க முள்ளுக்கீரையைப் பயறு வகைகளுடன் கொதிக்க வைத்து மாடுகளுக்குக் கொடுப்பார்கள். நாயுருவியின் சாறு சிறுநீர்ப்போக்கியாகப் (Diuretic) பயன்படுகிறது. மேலும் இது சிறுநீரக மகோதரத்தை (Renal Dropsy) குணப்படுத்தும் தன்மை வாய்ந்தது. இதன் மஞ்சரி அல்லது விதைகளை அரைத்துப் பற்றுப் போட்டு பூச்சிக் கடியினால் ஏற்படும் நச்சு விளைவைப் போக்க முடியும்.

நூலோதி

Gamble, J. S. *Fl. Pres. Madras.* Vol.II(Repr.) 815-826. 1956.

Lawrence, G.H.M. *Taxonomy of Vascular plants.* pp. 823, The Macmillan Co., New York, 1951.

The Wealth of India. Vol.I pp. 254. CSIR publ., New Delhi, 1948.

Willis, J.C. *A Dictionary of Flowering Plants & Ferns* (7th Ed. Revd. Airy Shaw, H.K.) pp. 1214, Cambridge University Press, London, 1966.

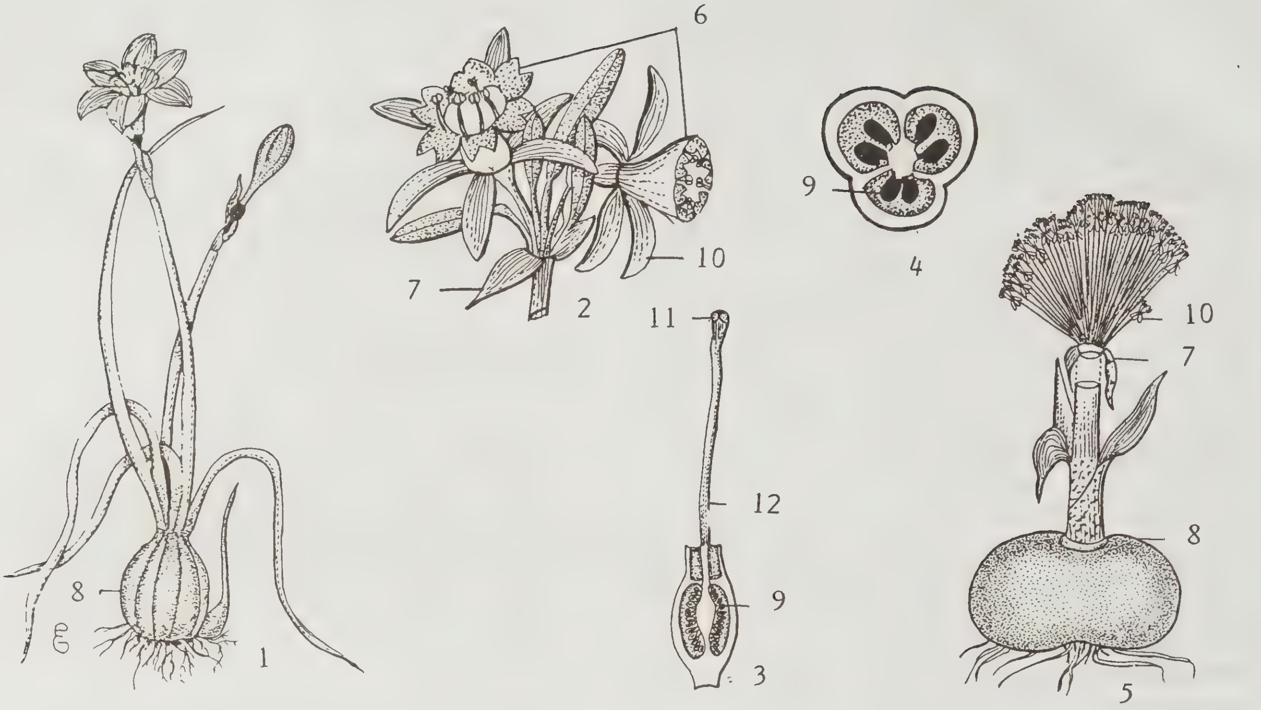
அ. க.

அமாரில்லிடேசி

ஒரு விதையிலைத் தாவரக் குடும்பங்களில் இது ஒன்றாகும். அமாரில்லிடேசி (Amaryllidaceae) குடும்பத்தில் 86 பேரினங்களும் (Genera), 1310 சிற்றினங்களும் (Species) இருக்கின்றன. இவை வெப்பமண்டலப் பகுதிகளிலும் (Tropics), மிதவெப்பமண்டலப் பகுதிகளிலும் (Temperate regions) பரவியுள்ளன. தென்னிந்தியாவில் 5 பேரினங்களும் 9 சிற்றினங்களும் இருக்கின்றன.

பொதுப்பண்புகள்: இவை பொதுவாக வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் (Xerophytes). இத்தாவரங்கள் பொதுவாக மட்டநிலத்தண்டு (Rhizome), தண்டடிக்கிழங்கு (Corm), குமிழ்த்தண்டுகளை (Bulbs) உடைய பல பருவச் செடிகளாகும். இலைகள் நீண்டோ, பட்டை போன்றோ, அரிவாள் போன்றோ இருக்கும். சில நார்களுடன் வலுவாக இருக்கும். இலைகள் வசந்த அல்லது மழைக் காலங்களில் மட்டும் தோன்றுகின்றன. மலர்கள் தனியாகவோ, ரெசிம் (Raceme), குடைமஞ்சரி (Umbel) அல்லது பேனிக்கிள் (Panicle) மஞ்சரியாகவோ அமைந்திருக்கும். மலர்கள் இருபாலானவை (Bisexual), ஆரச்சமச்சீர் (Actinomorphic) அல்லது இருபக்கச் சமச்சீரானவை (Zygomorphic). பூவிதழ்கள் (Tepals) 3+3 ஆக இருவட்டங்களில் அமைந்திருக்கும். சிலவற்றில் வளரிவட்டம் (Corona) பேரினங்களைப் பொறுத்துப் பூவிதழ்கள், மகரந்தத் தாள்கள் ஆகியவற்றிற்கிடையே வெவ்வேறு வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் 3+3 என இரு வட்டங்களில் அமைந்திருக்கும். சூற்பை கீழ்மட்டத்திலிருக்கும் (Inferior), அது மூன்று அறைகளைக் கொண்டது. சூல்கள் (Ovules) அச்சுச்சூல் அமைவுடையவை (Axile placentation). கனி காப்சூல் (Capsule) அல்லது பெர்ரி (Berry) வகையைச் சார்ந்தது. விதைகள் முளைசூழ் சதையுடையவை (Endospermous).

பொருளாதாரச் சிறப்பு: ஏறக்குறைய இதன் 500 சிற்றினங்கள் அழகுத் தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன. நிலச்சம்பங்கி (Polyanthes tuberosa), விஷமூங்கில் (Crinum asiaticum), பேன்கிரேஷியம் மேரிடைமம் (Pancratium maritimum), டாஃபடில்ஸ்



1. முழுச் செடி 2-4 பான்கிரேஷியம் மேரிடைமம் (Pancratium maritimum) 2. மஞ்சரி 3. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 4. சூற்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 5. ஹீமாந்தஸ் மல்டிபுலோரஸ் (Haemanthus multiflorus Mart.) முழுச் செடி (பூக்கும் பொழுது) 6. அல்லி வட்ட வளரி 7. மஞ்சரி அடிச்சிதல் 8. குமிழ்த்தண்டு 9. சூல் 10. பூ இதழ் 11. சூலகமுடி 12. சூலகத்தண்டு.

(Narcissus pseudonarcissus; Daffodils), ஹீமாந்தஸ் (Haemanthus spp.), ஹைமனோக்காலிஸ் (Hymenocallis spp.), ஹீப்பியாஸ்ட்ரம் (Hippeastrum spp.), ஸெஃபைராந்தஸ் (Zephyranthes spp), அமாரில்லிஸ் (Amaryllis spp) முதலியன அழகுத் தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன. தவறாக நூற்றாண்டுச் செடி என்று கூறப்படுகின்ற இரயில் கற்றாழை (Agave americana) மண் அரிப்பைத் (Soil erosion) தடுப்பதற்கும், இலைகளிலிருந்து நார் எடுப்பதற்கும் பயன்படுகின்றது. குபன் (Cuban) அல்லது மௌரிஷியன் நார் (Mauritian hemp) ஃபர்க்கிரேயாவின் (Furcraea) சிற்றினங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றது. இலத்தீன் அமெரிக்காவில் அகேவின் (Agave) சர்க்கரைச் சாறிலிருந்து மெஸ்கல் (Mezal), டெக்குல்லா (Tequila) என்னும் மதுபானங்கள் தயார் செய்கின்றார்கள். இதுபோன்று பல்க் (Pulque) என்ற ஒரு வகை மதுபானத்தையும் அதை நொதிக்கவைத்துத் தயார் செய்கின்றார்கள்.

கா. இரா.

நூலோதி

Fischer, C. E. C. *in* Gamble's *Fl. Pres. Madras*. Vol. III, 1509-1505, Adlard & Son, Ltd., Lond., 1928.

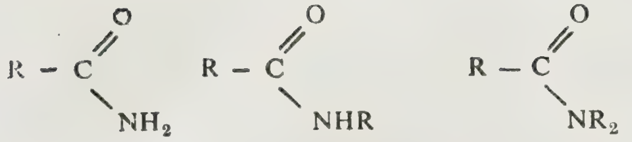
Lawrence, G. H. M. *Taxonomy of Vascular Plants*. pp. 823, The Macmillan Co., London, 1951.

The Wealth of India. Vol. I, pp. 253, CSIR Publ. New Delhi, 1948.

அமில அமைடுகள்

அமைடுகள் அல்லது அமில அமைடுகள் (acid amides) என்பவை, அமீன்களைத் தவிர, நைட்ரஜன் கொண்ட மற்ற கரிமச் சேர்மங்களில் முதன்மையானவை. கார்பாக்சில் அமிலங்களின் பெறுதிகளில் மிகவும் இன்றிமையாதவை அமில அமைடுகள். இவற்றை, அம்மோனியா அல்லது அமீன்களின் மூலக்கூறுகளிலிருந்து ஹைட்ரஜன் அணுக்களை அசைல் (acyl) அல்லது அராயில் பதிலீடு (aroyl substitution) செய்யப்பட்ட வேதிச் சேர்மங்காளகக் கருதலாம்.

அமிலத்தின் கார்பாக்சிலிக் (-COOH) தொகுதியிலுள்ள ஹைட்ராக்சில் (-OH) தொகுதிக்குப் பதிலாக அமீன் தொகுதியைப் ($-NH_2$) பதிலீடு செய்யும் பொழுது அமில அமைடு கிடைக்கிறது.



அமில அமைடு ஓற்றைப் பதிலீட்டிய அமில அமைடு இரட்டைப் பதிலீட்டிய அமைடு

பொதுவாக அமில அமைடுகளின் பெயர்கள், அவற்றில் இடம் பெற்ற அமிலத்தின் பெயரில் 'இக்' அமிலம் அல்லது 'ஆயிக்' அமிலம் ('ic' or 'oic' acid) என்ற தொகுதியை 'அமைடு' என மாற்றுவதால் கிடைக்கும். எடுத்துக்காட்டாக,

CH_3COOH அசெட்டிக் அமிலம்
CH_3CONH_2 அசெட்டமைடு

C_6H_5COOH பென்சாயிக் அமிலம்
$C_6H_5CONH_2$ பென்சமைடு

அனிலீனிருந்து பெறப்பட்ட அமில அமைடுகள் அனிலைடுகள் என வழங்கப்படும். எடுத்துக்காட்டாக,

$CH_3CONHC_6H_5$ அசெட்டனிலைடு (N–ஃபீனைல் அசெட்டமைடு)

$C_6H_5CONHC_6H_5$ பென்சனிலைடு (N–ஃபீனைல்பென்சமைடு)

அமில அமைடுகள் மிக உறுதியான நிலைத்தன்மை கொண்ட சேர்மங்கள். ஆகவே இவை மிக அதிக அளவில் இயற்கை விளைபொருள்களிலும் தொகுப்புச் சேர்மங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இயற்கைக் கரிமச் சேர்மங்களில் பல அமில அமைடுகள் உள்ளன. இவற்றில் மிகவும் அறிமுகமானது யூரியா எனப்படும் கார்பாலிக் அமில டைஅமைடு. இதன் வளைய வடிவப் பெறுதிகளான பிரிமிடின்களும் (pyrimidine), ப்யூரின்களும் (purine) அடிப்படையில் அமைடு வகையைச் சேர்ந்தவையே. பல தாவரப் பொருள்களின் தனித்த இயல்பான, மிளகு போன்ற காரச்சுவைக்குக் காரணம் இவற்றிலுள்ள N —பதிலீடு செய்யப்பட்ட அடைபடா அமில அமைடுகளே. பிப்பெரின் (piperine) போன்ற மிளகு வகை அல்க்கலாயிடுகள் இத்தகையன ஆகும்.

தாவர செல்லின் உயிர்ச்சாறின் (plant cell sap) முக்கிய கூறான அஸ்பாரஜின்(asparagine), குளூட்டாரிக் அமிலத்தின் மோனோ அமைடு (monoamide) ஆகும். புரோட்டீன்களும் (proteins), பெப்ட்டைடுகளும் (peptides), அமினோ அமிலங்களிலிருந்து (amino acids) பெறப்பட்ட நீண்ட சங்கிலித் தொடர் பல் அமைடுகளாகும் (polyamides). நூற்றுக்கணக்கான அமினோ அமிலங்களைத் தொடராகச் சேர்த்துப் பல்லுறுப்பாக்கப்பட்ட புரோட்டீன்களின் முக்கிய பிணைப்பு அமைடு வகைப் பிணைப்பே.

தயாரிப்பு முறை. அலிஃபாட்டிக் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் அம்மோனிய உப்புகளை உலர் காய்ச்சி வடித்தால் அல்லது 230°Cக்குச் சூடாக்கினால் அவை நீர் மூலக்கூறுகளை இழந்து அமைடுகளைத் தரும்.

அமில குளோரைடுகளுடனோ அமில நீரிலிகளுடனோ அம்மோனியா அல்லது அமீன்கள் வினைபுரிகையில் அமைடுகள் கிடைக்கின்றன. இதுவே ஆய்வுக்கூடத்தில் பயன்படுத்தப்படும் எளிய முறை.

பொதுப் பண்புகள். கொழுப்பு அமில அமைடுகள் பொதுவாகப் படிகவடிவுடைய திடப்பொருள்கள். இவை கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையும். குறைந்த மூலக்கூறு எடையுள்ள அமைடுகள் நீரிலும் கரையும், இக் கரைசல்களைச் சிதைவின்றிக் காய்ச்சி வடிக்க இயலும்.

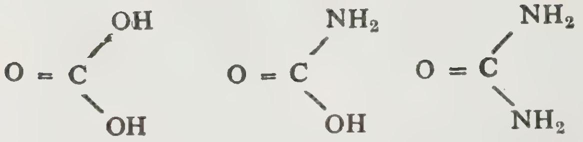
அமிலம் அல்லது கார ஊடகத்தில் அமைடுகளை நீராற்பகுத்தால் அமிலங்கள் உருவாகும். நைட்ரஸ் அமிலத்தோடு (HNO_2) அமைடுகள் வினைபுரிந்தாலும் அமிலங்கள் உருவாகும். ஹாஃப்மன் ஹைப்போபுரோமைட் (Hoffmann hypobromite) அல்லது ஹைப்போ குளோரைட் வினைப்படி அமைடுகள் அமீன்களை உருவாக்குகின்றன. ஃபார்மமைடும் ($HCONH_2$), இரு மெத்தில்ஃபார்மமைடும் (dimethyl formamide) செயற்கை நூலிழைத் தயாரிப்பில் கரைப்பான்களாகப் பயன்படுகின்றன.

இமைடுகள். அமில நீரிலியில் உள்ள ஆக்சிஜனுக்குப் (-O-) பதிலாக =NH தொகுதி அமைந்த சேர்மங்கள் இமைடுகள்; மேலும் =NH தொகுதியோ அல்லது ஓர் ஈரிணைய அமீனில் இரண்டு அசைல்/அராயில் தொகுதிகள் இணைந்து ஏற்படும் சேர்மங்களும் இமைடுகள் ஆகும். இவற்றின் பொது வாய்பாடு R_2NH. இங்கு R என்பது அசைல் அல்லது அராயில் தொகுதி. இவற்றில் $-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-NH-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-$ தொகுதி காணப்படும்.

இரு கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் பெறுதிகளாகக் கிடைக்கும் வளைய நீரிலிகளை அம்மோனியாவுடன் வினைபுரியச் செய்கையில், -COOH, $-CONH_2$ தொகுதிகள் இரண்டும் அமைந்த விளைபொருள் கிடைக்கும். இது சூடாக்கப்படுகையில் நீர் இழந்த வளையம் ஏற்படுவதால் விளையும் சேர்மம் இமைடு ஆகும். தாலிக் அமில நீரிலியிலிருந்து தாலிமைடு (phthalimide) பெறப்படும்.

கார்பானிக் அமில அமைடுகள்

கார்பானிக் அமிலம் (carbonic acid) இரு காரத்துவ அமிலமாதலால் அமைடுகளைத் தருகிறது. இவை கார்பாமிக் அமிலம் (carbamic acid), யூரியா (urea) என்பன.



கார்பானிக் அமிலம் | கார்பமிக் அமிலம் | கார்பமைடு (அ) யூரியா

யூரியா (NH_2CONH_2). யூரியா கார்பானிக் அமிலத்தின் ஈரமைடு. உடலியல் வினைகளின் படி இது ஒரு முக்கியமான சேர்மம். இது புரோட்டீன்கள் சிதைவின் இறுதிப் பொருள். இது சிறுநீரில் காணப்படும். 1826 இல் வோலர் (Wöhler) நிகழ்த்திய ஆய்வுகளில் முதன் முதலாக கனிமப் பொருள்களிலிருந்து ஆய்வுக் கூடத்தில் தயாரிக்கப்பட்ட முதல் கரிமப்பொருள் இதுவே என்பது இதன் வரலாற்று முக்கியத்துவம் ஆகும்.

யூரியா ஒரு சிறந்த உரமாகும். யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு, பிளாஸ்டிக், ஹைட்ரசீன், வெரோனால் (veronal) ஆகிய **வேதியியற்பொருள்கள்** தயாரிப்பில் இது பயன்படுகிறது. (காண்க : அமில நீரிலிகள்; யூரியா: அமீன்கள்; அமில ஹாலைடு)

— **கே.எஸ்.வா.**

நூலோதி

1. **Finar I.L.**, *Organic Chemistry* Vol. I. Sixth Edition, ELBS London, 1973.

2. **McGraw-Hill** *Encyclopedia of Chemistry*, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Co. New York, 1983.

பொருள்சுட்டு

கணிப்பொறி ஆக்கம்

அக்கருட்டு 1*
  சிறப்புப் பண்புகள் 1
  பொருளாதாரச் சிறப்பு 1
அக்காந்தேசி 2*
  பொதுப் பண்புகள் 2
  பாருளாதாரச் சிறப்பு 3
அக்காந்தொசெஃபலா 4*
அக்காரினா 4*
  உண்ணிகள் 5
    அர்க்காசிடே 5
    இக்சோடிடே 5
  சிற்றுண்ணிகள் (நாலிகள்) 5
    ஒரிபேடாபட்டாய்டே 6
    சார்கோப்டிடே 5
    டார்சோநிமிடே 6
    டிராம்பிடிடே 6
    டெட்ராநிக்கிடே 6
    டெமொடிசிடே 6
    டெர்மானிஸ்ஸிடே 6
    டைரோக்ளைஃபிடே 6
    ஹைடிராக்னிடே 6
  பொதுப் பண்புகள் 4
  பொருளாதாரச் சிறப்பு 6
  வகைபாடு 5
அக்குள் 8*
  அக்குளில் இருப்பவை 8
    சப்ஸ்காப்புலர்க் கூட்டம் 8
    மத்தியக் கூட்டம் 8
    முன்புறக் கூட்டம் 8
    முனைக் கூட்டம் 8
    வெளிப்புறக் கூட்டம் 8
  அக்குளின் சுவர்கள் 8
    உள்சுவர் 8
    பின்சுவர் 8
    முன்சுவர் 8
    வெளிச்சுவர் 8
  அக்குளின் நிலை (அறுவையில்) 8
அக்குள் அமைப்பு 9
அக்குள் உள்ளே அமைந்த நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் 10
அக்குள் சுரப்பிகள் 8*
  அக்குள் அமைப்பு 9
  அக்குள் உள்ளே அமைந்த நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் 10
  அக்குள் தோல் சுரப்பிகளின் வகைகள் 9
    அப்போகிரைன் சுரப்பிகள் 9
    எக்கிரைன் சுரப்பிகள் 9
    எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் 9
    வியர்வைச் சுரப்பிகள் 9
  அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளின் சிறப்பு 11
  அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளின் வகைகள் 11
    நடு அக்குள் வகை 11
    பின் அக்குள் வகை 11
    முன் அக்குள் வகை 11
    மேல் அக்குள் வகை 11
    வெளி அக்குள் வகை 11
அக்குள் தமனி 12*
  அக்குள் தமனியின் கிளைகள் 13
    இரண்டாம் பாகத்தின் 13
    முதல் பாகத்தின் 13
    மூன்றாம் பாகத்தின் 13
  அக்குள் தமனியின் தொடர்புகள் 13
    இரண்டாம் பாகத்தின் 13
    முதல் பாகத்தின் 13
    மூன்றாம் பாகத்தின் 13
  அக்குள் தமனியின் பயன்படும் உடற்கூறு 14
  அக்குள் தமனியின் பாகங்கள் 12
    திசை 12
    பரப்பு 12
    பாதை 12
  அக்குள் தமனியின் மேலொட்டு உடற்கூறு 14
அக்குள் தமனியின் கிளைகள் 13
அக்குள் தமனியின் தொடர்புகள் 13
அக்குள் தமனியின் பயன்படும் உடற்கூறு 14
அக்குள் தமனியின் பாகங்கள் 12
அக்குள் தமனியின் மேலொட்டு உடற்கூறு 14
அக்குள் தோல் சுரப்பிகளின் வகைகள் 9
அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளின் சிறப்பு 11
அக்குள் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளின் வகைகள் 11
அக்குளில் இருப்பவை 8
அக்குளின் சுவர்கள் 8
அக்குளின் நிலை (அறுவையில்) 8
அக்கூஸ்டிக் நியூரோமா 14*
  அக்கூஸ்டிக் நியூரோமா அறிகுறிகள் 15
  அக்கூஸ்டிக் நியூரோமா நோய்க்குறியியல் 15
    காக்லியார் 15
    வெஸ்டிபுலார் 15
  சிகிச்சை முறை 16
அக்கூஸ்டிக் நியூரோமா அறிகுறிகள் 15
அக்கூஸ்டிக் நியூரோமா

- நோய்க்குறியியல் 15
- அக்கெர்மன் திருப்பமைப்பு 17*
  - இயஙககலம் 17
  - சக்கர அடிப்பகுதி 17
  - சக்கர இருசு 17
  - பக்கவாட்டு விலக்கம் 17
  - வேறுபாட்டு பல்சக்கர அமைப்பு 17
- அக்டோபஸ் 17*
- அக்படாக் தீவு 17*
- அக்ரால்டிஹைடு 20
- அக்ரிடின் 17, 18*
  - அக்ரிஃபிளேவின் 18
  - அட்டபிரின் 18
  - கியுனாகிரைன் 18
  - மெப்பாகிரைன் 18
  - ரிவனோல் 18
- அக்ரிஃபிளேவின் 18*
  - அக்ரிடின் 18
  - நடுநிலை அக்ரிஃபிளேவின் 19
- அக்ரிலிக் அமிலம் 19*
  - அக்ரோலின் 19
  - பலபடிமெட்டா அக்ரிலிக் அமிலம் 19
- அக்ரிலிக் இழைகள் 19*
  - பயன்கள் 20
  - புற இயல்புகள் 20
  - வேதியியல் கட்டமைப்பு 19
- அக்ரேனியா 20*
- அக்ரோபோரா 20*
- அக்ரோலின் 19, 20*
  - அக்ரால்டிஹைடு 20
  - பயன்கள் 20
- அக்ளோபோனியா 21*
- அக உருள்வளை 21*
  - அகதள உருள்வளை 22
  - நாற்கூர்முனை 22
- அக ஊட்டமிட்ட இழைப் பொருள்கள் 22*
  - கண்ணாடி நார் அடுக்ககி 23
  - குழைவன உறைகள் 23
  - குழைவனத்தாள் 23
  - குழைவனத்துணிகள் 23
  - தாள் அடி அடுக்ககிகள் 23
  - துணிஅடி அடுக்ககிகள் 23
  - பிசின் பிணைந்த அடுக்ககிகள் 23
- அகஎதிரொளிப்பு 23*
  - மாறுநிலைகோணம் 24
  - முழுஅக எதிரொளிப்பு 23
- அக ஒலி 24*
  - தோற்றுவாய்கள் 25
  - விளைவுகள் 25
- அகக்கரு உறுப்புகள் 25*
  - அண்டக்குழாய் 25
  - கருப்பை 26
    - டக்ளஸ்புழை 27
    - வாய் 26, 27
- அகச்சிவப்பு உருவமாற்றுக் குழாய் 28*
  - அகச்சிவப்புத் தொலைநோக்கி 28
  - எலக்ட்ரான் உருவக்குழல் 28
- அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு 29*
  - அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு மூலம் 29
  - அகச்சிவப்பு நிறமாலையியல் 29
  - ஊடகங்கள் 29
  - பண்புகளும் கண்டறிதலும் 29
  - பயன்கள் 30
- அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு மூலம் 29
- அகச்சிவப்புக்காணி 31*
  - ஒளிக்காணிகள் 32
  - வெப்பக்காணிகள் 31
- அகச்சிவப்புத்தொலைநோக்கி 28
- அகச்சிவப்பு நிறமாலையியல் 29
- அகச்சிவப்பு வானியல் 32*
- அகச்சிவப்பு விளக்கு 33*
- அகட்டுத் தீவு 34*
- அகட்டு நூல் 34*
- அகணி 351
- அகத்தி 34*
  - சிறப்புப் பண்புகள் 34
  - பொருளாதாரச் சிறப்பு 35
- அகத்தியர் குழம்பு 36*
  - அனுபவ வைத்திய பிரம்மரகசியம் 36
  - ஆத்ம ரட்சாமிர்தம் 36
  - சகஸ்ர சித்தயோகம் 36
  - சித்த வைத்திய திரட்டு 36
  - தன்வந்திரி வைத்திய காவியம் 36
  - தேரையர் சேகரப்பா 37
  - யூகிமுனிவர் கும்மி 36
  - வைத்தியத்திருப்புகழ் 37
- அகத்திய விண்மீன் 39*
- அகத்துறிஞ்சல் 39*
  - உணவு செரித்தல் 41
    - இரைப்பை 41
    - சிறுகுடல் 41
    - சீரண ஊக்கிகள் 40
    - வாய் 41
  - கொழுப்பில் எற்படும் மாற்றங்கள் 42
  - கொழுப்பு அகத்துறிஞ்சல் 43
  - நொதிப்பொருள்கள் 43
    - அமைலேஸ் 43
    - கைமோடிரிப்சின் 43
    - டிரிப்சின் 43
    - பெப்சின் 43

பெப்டிடேஸ் 43
ரெனின் 43
லைப்பேஸ் 43
புரத அகத்துறிஞ்சல் 42
புரதத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் 41
பெருங்குடலில் அகத்துறிஞ்சல் 43
மாவுப்பொருளில் மாற்றங்கள் 41
மாவுப்பொருளின் அகத்துறிஞ்சல் 42
அகதா உருள்வளை 22
அகம் ஊட்டுதல், சுருணைகளின் 44*
சுமந்து செல்லி 47
சேர்ம முறை 47
தோய்தொட்டி 44
புலச்சுருள் 49
முறைகள் 44
அகமனம் 49*
இடைமனம் 49
புறமனம் 50
அகல்பட்டைக் காட்சி வெளியீடு 137
அகல்பட்டைத் துணிகள் 51*
அகலாங்கு 51*
அகழ் எந்திரம் 51*
இடுக்குவாளி எந்திரம் 52
இழுவட எந்திரம் 52
கோபுர அகழ் எந்திரம் 54
சிறப்புவகை அகழ் எந்திரங்கள் 53
செந்தர அகழ் எந்திரம் 52
திறன் அகழ்வாரி எந்திரம் 52
நீரியல் பின்கொழு எந்திரம் 53
பள்ளம் அகழ் எந்திரம் 53
பின்கொழு எந்திரம் 53
முன் முனை சுமை ஏற்றி 53
அகழ்தல் 55*
அகழ்வாரி எந்திரம், திறன் 52, 56*
அகன்ற கழிமுகம் 57, 58*
அகன்ற கோணம் 663
அகனிக் கட்டி 373
அகனேசி வளைவு 58*
அகாசிஸ் அலெக்சாண்டர் 58*
அகாசிஸ், லூயிஸ் 59*
அகாந்தோடியன்கள் 60*
அகாபா வளைகுடா 62*
அகாமா 63*
பாலைவன அகாமா 63
அகார் அகார் 63*
அகிரிகோலா, ஜார்ஜியஸ் 65*
அகில் மரம் 66*
சிறப்புப் பண்புகள் 66
பொருளாதாரச் சிறப்பு 66
அகூட்டி 67*
அங்க அடையாளம் 68*
அங்கக் குறைகள் 75
இந்துக்கள் இஸ்லாமிய அடையாளம் 69
எலும்புக்கூட்டின் இன அடையாளம் 70
அபோரிஜன் குறியீடு 70
கபாலக் குறியீடு 70
கால் குறியீடு 70
கைக் குறியீடு 70
சிறு கபாலம் 70
நீளக் கபாலம் 70
கடத்தல் 74
கிளினிஃபெல்டர் நோய்த்தொகுப்பு 72
கையெழுத்து 69
சிசுவைக் கொல்லல் 74
சிதைந்து அழுகிய உடலை அடையாளங்காணல் 72
உயரம்—எடை 73
எலும்பு இணைப்பு 73
எலும்புக்கூடு 72
பல் 73
தழும்புகள் 75
திருமண ஒப்பந்தம் 74
தொழில் குறிகள் 76
நகையும் உடையும் 76
நிறமும் தோற்றமும் 74
பச்சைக் குத்தல் 76
பால் 71
இடைப்பால் 71
பேடு / பேடி 71
பாலின மறைவு 72
மயிர் 74
மானிடவியல் அளவுமுறை 75
கால்ட்டன் வழிமுறை 75
பெர்ட்டிலான் வழிமுறை 75
அங்கக் குறைகள் 75
அங்கப் பாரிப்பு 76*
பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் பாகங்கள் 76
அங்குயிலிபாம்ஸ் 78*
அமைப்பு 78
இந்திய விலாங்குகள் 79
அங்குலிடே 79
ஒப்பிச்சித்தைடே 80
முரனிடே 80
முரேநெஸ்சோசிடே 80
பரவல் 79
அங்குலாத் தீவு 81*
அங்கோரா நூல் 81*
அங்கோலா நூல் 81*
அச்சடிக்கும் எந்திரங்கள் 81*

அச்சடித்தல் 81*
குடைவு அச்சுமுறை 85
சமதள அச்சுமுறை 85
தட்டுப் பதிவுமுறை 85
திரை அச்சுமுறை 85
நிலைமின் அச்சுமுறை 85
படிமலர்ச்சி 83
அச்சடித்தல், வண்ண 86*
ஒளிப்பட முறையில் வண்ணம் பிரித்தெடுத்தல் 87
கோடு அல்லது தட்டை வண்ண அச்சடிப்பு 91
நிறம் எண்பித்தல் 89
பல்வகை வண்ண அச்சடிப்பு செயல்முறைகள் 91
மின்துகளியல் முறையில் நிறம் பிரித்தல் 89
வண்ண அச்சடிப்பு வேலை 90
வண்ண உருவாக்கக் கோட்பாடு 86
அச்சணி 108
அச்ச நோய் 92*
அச்சநோய் வகைகள் 93
சிகிச்சையும் தடுப்பும் 93
நோய் தோன்றக் காரணங்கள் 92
நோயின் அறிகுறிகள் 93
அச்சநோய் வகைகள் 93
அச்சலைவு 94*
அச்சறைப் பெட்டி 108
அச்சிட்ட மின்கம்பியமைப்பு 96
அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள் 94*
அச்சிட்ட மின்கம்பியமைப்பு 96
அச்சு, வார்ப்பு செயல்முறைகள் 107
ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகள் 102
ஒளிப்பட இயல் 96
ஒளிப்பொறிப்பு முறை 105
கலப்புச் சுற்றுவழிகள் 102
கொண்மங்கள் 98
கொண்மங்கள், மென்படலவகை 101
தடை வலைகள் 98
தடைவலைகள் 100
திண்படல மின்சுற்று வழிகள் 98
திரை அச்சிடல் முறை 106
துளைபொறிப்பு முறை 106
தூண்டிகள் 99
தொழில் நுட்பம் 95
தொழிலகச் செயல்முறைகள் 96, 105
படல வீழ்படிவு முறை 106
பயன்பாடுகள் 96
பாதுகாப்பு மேற்பூச்சுகள் 99
பொருளை அகற்றும் முறை 105
பொறியியல் 95
மூலாம் பூசுதல் 106
மென்படல சுற்றுவழிகள் 99
வளர்ச்சியடைந்த தொழில் நுட்பமுறைகள் 105
விரவல் முறை 106
வீழ்படிவுக்குப் பித்திய செயல்முறைகள் 101
வெற்றிட வீழ்படிவு முறை 106
அச்சிடும் கருவிகளும் சாதனங்களும் 107*
அச்சணி 108
அச்சறைப் பெட்டி 108
அச்சுமுறச் சாய்சட்டம் 108
அச்சுவரி தறிப்பி 108
ஆப்பு 107
ஈயத்தட்டை 108
உருலி 107
உருளை சாய்சட்டம் 109
குத்தச்சு 108
சமந்தட்டி 108
சாய்நிலைச் சட்டம் 108
துளை வரித்தகடு 109
நிலைச்சட்டம் 108
நீள்வட்டு 108
முடுக்குச் சட்டம் 107
வட்டு 108
வரித்தகடு 107, 108, 109
வெளி 108
அச்சில் தீவு 109*
அச்சு 109*
அச்சு உலோகம் 110*
அச்சு எலும்புக் கூடு 110*
இருக்கை முள் எலும்புகள் 114
கழுத்து முள் எலும்புகள் 111
மார்பு முள் எலும்புகள் 114
மேல் இடுப்பு முள் எலும்புகள் 111
வால் எலும்பு 112
அச்சு எழுத்துக்கள் 121*
அச்சு ஒன்றிய வடம் 122*
ஆழ்கடல் வகை 124
கட்டுமானம் 123
தொலைபேசி வகை 124
வானொலி வகை 124
அச்சுக்கோத்தல் 126*
அகல்பட்டைக் காட்சி வெளியீடு 137
அமெரிக்கவகை வார்ப்பு அச்சு எந்திரம் 131
எந்திரமுறை அச்சுக்கோப்பு 126
எல்ராட் 128
ஒளித்துகள் 130

ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு 129
ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் 129
ஒளிமுறையால் எழுத்துகாணும் அலகிடுவான் 138
கணிப்பொறியால் அச்சுக்கோத்தல் 134
கைம்முறை அச்சுக்கோப்பு 126
சிறுகாட்சி எந்திரங்கள் 132
தக்க இடைவெளித்தட்டச்சு எந்திரங்கள் 132
தனி அச்செழுத்து எந்திரம் 128
தனி எழுத்து ஒளிப்பட எந்திரம் 130
தொகு அமைப்பு முறைகள் 137
தொகு அமைப்பு முறையில் அச்சுக்கோத்தல் 136
மின்துகளியல் முறை எழுத்தாக்கம் 134
லூடுலோ 128
வரிஅச்சு, இடைஅச்சு எந்திரங்கள் 127
வரி அச்சுப்படல எந்திரம் 130
வெளியீட்டு அமைப்பு 139
அச்சுத்தகடுகள் 140*
அச்சுத்தகடுகள் செய்தல் 141*
அச்சுத்தண்டு 141*
குழல் வகை 141
சிறப்பு வகைகள் 141
திண்ம வகை 141
வகைகள் 141
அச்சுத்தண்டு சமன்படுத்தல் 142*
இயக்கு சமன் 142
சமன் எந்திரம் 142
சமன் முறை 142
நிலைச்சமன் 142
அச்சுத்துணி 143*
அச்சுமுறச் சாய்சட்டம் 108
அச்சு முறுக்குநூல் 143*
அச்சு மை 143*
அச்சுவரி தறிப்பி 108
அச்சு, வார்ப்பு செயல்முறைகள் 107
அச்சு வேலை 143*
அச்செலும்பு 113, 213*
அச்செலும்புத் தொகுதி 115*
இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் 119
கழுத்து முள்ளெலும்புகள் 118
செவிப்பெட்டகம் 115, 116
திரிக முள்ளெலும்புகள் 119
பிடர் அச்சு 118
பிடர் எலும்பு 118
பிடரி எலும்புப்பகுதி 115
பைகோஸ்டைல் 121
மண்டைப்பகுதி 115, 116
மார்புமுள்ளெலும்புகள் 118
முகர்ச்சிப்பெட்டகம் 115, 116
முதுகு நாண் 120
முதுகெலும்புத்தொடர் 115, 117
மூளைப்பெட்டகம் 115
மேல், கீழ்த்தாடைகள் 115, 116
யுரோஸ்டைல் 120
வால் முள்ளெலும்புகள் 119
விழிப்பெட்டகம் 115, 116
ஸின்சேக்ரம் 121
அசக்கி 144*
தண்டு வகை 144
மேடை வகை 144
மேல்மட்ட வகை 144
அசிடியேசியே 144*
தாலியேசியா 145
துணிகேட்டுகள் 144
பைரோசோமா 145
அசிபென்சரிபாம்ஸ் 145*
துடுப்பு மீன்கள் 147
ஸ்டர்ஜன் 145
அசிரிடின்கள் 167
அசுகுணி 148
அசுணம் 147*
அசுணமா 147
காங்கேயப்புள் 147
பண்ணறிமா 147
அசுணமா 147
அசும்பு 147*
அசுலினி 148*
அசுவுணி 148*
அசுகுணி 148
உடலமைப்பு 148, 149
கட்டுப்படுத்தும்முறை 149
கன்னி இனப்பெருக்கம் 149
செடிப்பேன் 148
வாழ்க்கைச் சுற்று 149
அசெட்டனிலைடு 150*
காய்ச்சல் தணிப்பி 150
ஃபினைல் அசெட்டமைடு 150
அசெட்டால் 150*
கீட்டால் 151
மெதிலால் 150
வளைய அசெட்டால் 151
ஹெமி அசெட்டால் 150
அசெட்டால்டிஹைடு 151*
அசெட்டால் ரெசின் 151*
பாலி சாக்கரைடு 153
ஜெம்டையால் 151
அசெட்டிக் அமிலம் 154*

உப்புகள் 156
காரிய சர்க்கரை 156
நிறம் நியுத்தி 156
நீரகற்றும் காரணி 156
பண்புகள் 155
கிளேசியல் அசெட்டிக் அமிலம் 155
பயன்கள் 154
வேதிவினைகள் 155
அசெட்டிலீன் 156*
இயற்பியல் பண்புகள் 156
வேதிப்பண்புகள் 157
வளைய ஆக்டா டெட்ராயீன் 157
வைனைல் அசெட்டேட் 157
அசெட்டேட்டு இழை 158*
இயல்புகள் 159
தொழிலாக்க முறை 158
புறநிலைக் கட்டமைப்பு 158
மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பு 159
வணிகப் பெயர்கள் 161
வேதியல் உட்கூறு 160
அசெட்டைல் அசெட்டோன் 162
2, 4 – பென்ட்டேன் டைஓன் 162
குறுக்க வினை 162
கொடுக்கிணைப்பு வினைபொருள் 162
டைஅசெட்டைல் மெதேன் 162
அசெட்டைல் எண் 162*
அசெட்டைல் மதிப்பு 162
சோப்பாக்க மதிப்பு 162
அசெட்டைல் நைட்ரேட் 162*
அசெட்டைல் பென்சீன் 165
அசெட்டைல் மதிப்பு 162
அசெட்டோ அசெட்டிக் அமிலம் 163*
அசெட்டோன் நீரிழிவு 163
கீட்டோன் அழிதல் 163
அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் 163*
எதில் அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் 163
கிளைசன் குறுக்க வினை 164
கீட்டோ–ஈனால் இயங்கு சமநிலை 164
தொகுப்புமுறைப் பயன்கள் 164
–அடைபடா அமிலங்களின் தொகுப்பு 164
அல்க்கைல் அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டரின் தொகுப்பு 164
கிநோவனகல் வினை 164
கீட்டோன்களின் தொகுப்பு 164
4 – மெதில் யுராசில் தொகுப்பு 164
பிரோல் பெறுதி 164
ஹைட்ரோகார்பன்களின் தொகுப்பு 164
அசெட்டோ நைட்ரைல் 165*
மெதில் சயனைடு 165
அசெட்டோஃபினோன் 165*
அசெட்டைல் பென்சீன் 165
அய்ப்னோன் 165
ஃபினைல் மெதில் கீட்டோன் 165
அசெட்டோன் 165*
தயாரிப்பு முறை 166
பண்புகள் 165
வேதிப்பண்புகள் 166
கீட்டீன் 166
ஃபோரோன் 166
மெசட்டைல் ஆக்சைடு 166
அசெட்டோன் நீரிழிவு 163
அசைட்டைல் ஏற்றம் 177
அசைடு 166*
அசிரிடின்கள் 167
அரோமாட்டிக் அசைடு 167
அலிஃபாட்டிக் அசைடு 166
இமின் 167
டிரையசீன் உப்பு 167
அசைபோடுதல் 169
அசைபோடும் விலங்குகள் 169
அசைவயிறு செரிமானம் 179
அசைபோடும் விலங்கினங்களின் வயிறு 167*
அசைவயிற்றிலுள்ள சாதகமான பொருள்கள் 168
அசைவயிற்றின் அமைப்பு 168
நோய் அறிகுறிகள் 169
அசைபோடும் விலங்குகள் 169*
அசைபோடுதல் 169
இந்தியவகை 170
இரைப்பை அமைப்பு 169
அசையும் மூட்டுகள் 170*
மூட்டின் அமைப்பும் பயனும் 170
உயவு நெய் 170
குருத்தெலும்பு 170
மூட்டு அறை 170
மூட்டு உறை 170
மூட்டுச் சவ்வு 170
மூட்டின் உணர்வு 176
மூட்டின் உருவமாற்ற செயல்கள் 177
மூட்டின் பாகங்கள் 171
கலப்பு மூட்டு 170
தனி மூட்டு 170
மூட்டின் வகைகள் 170
கில் மூட்டு 171

சேண வடிவு மூட்டு 173
நீளவட்ட மூட்டு 173
பந்துக்கிண்ண மூட்டு 172
முளை மூட்டு 172
வழுக்கு மூட்டு 174
மூட்டின் வளர்ச்சி 176
மூட்டு இயக்கம் 176
மூட்டு இரத்த ஓட்டம் 176
அசைல் ஏற்றம் 177*
அசெட்டைல் ஏற்றம் 177
ஆஸ்பிரின் 178
செலுலோஸ் டிரைஅசெட்டேட் 178
ஃபிரிடல் கிராஃப்ட்ஸ் அசைல் ஏற்றம் 177
பென்சாயில் ஏற்றம் 177
வைனைல் அசெட்டேட் 177
அசைவயிற்றில் உட்செல்லும்வேண்டத்தகாத பொருள்கள் 178
அசைவயிற்றில் பரிசோதனை செய்த பின்னர் கடைபிடிக்க வேண்டிய வழிமுறைகள் 183
அசைவயிற்றிலுள்ள சாதகமான பொருள்கள் 168
அசைவயிற்றின் அமைப்பு 168
அசைவயிற்றினுள் வேண்டத்தகாத பொருள்கள் 178
அசைவயிறு அறுவைச் சிகிச்சை 178*
அசைவயிற்றில் உட்செல்லும் வேண்டத்தகாத பொருள்கள் 178
அசைவயிற்றினுள் வேண்டத்தகாத பொருள்கள் 178
அறுவைச் சிகிச்சைக்குப்பின் கவனிக்க வேண்டியவை 179
அறுவைச் சிகிச்சையின் போது கவனிக்க வேண்டியவை 179
அசைவயிறு செரிமானம் 179*
அசைபோடுதல் 179
கொழுப்புச் சத்து செரிமானம் 181
செரிப்பு பாதிக்கக் காரணம் 180
செல்லுலோஸ் செரிக்கும் கிருமிகள் 179
புரதச் செரிமானம் 180
புரதமில்லாத நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல் 181
மாவுப்பொருள்களின் செரிமானம் 180
ஸ்டார்ச் செரிக்கும் கிருமிகள் 180
உடலுக்குத் தேவையான ஆற்றல் உற்பத்தி 181
உற்பத்தித் திறனை அதிகரித்தல் 181
செரிமானம் செய்த உணவு உறிஞ்சப்படுதல் 181
வெளி ஆகும் சக்தி 181
அசைவயிறு சோதனைகள் 182*
அசைவயிற்றில் பரிசோதனை செய்த பின்னர் கடைபிடிக்க வேண்டிய வழிமுறைகள் 183
அசைவயிறு சோதனையின் முக்கியத்துவம் 182
அசைவயிறு பரிசோதனை 182
அசைவயிறு சோதனையின் முக்கியத்துவம் 182
அசைவயிறு பரிசோதனை 182
அசைவற்ற சிறுகுடல் 183*
உடல்நலம் பெற்று வரும் அறிகுறிகள் 184
மலக்குடல் கழுவுதல் 184
அசோகு 184*
சிறப்புப் பண்புகள் 185
பொருளாதாரச்சிறப்பு 185
அசோ சாயங்கள் 186*
அமில அசோ சாயங்கள் 187
கார அசோச்சாயங்கள் 188
டைஅசோஆக்கம் 186
நிறம்தாங்கி 186
நிறம் நிறுத்தும் சாயங்கள் 189
நிறம் பெருக்கிகள் 186
நேர் அசோ சாயங்கள் 188
படிந்த சாயம் 189
அசோல் 189*
அசோவ் கடல் 190*
அட்சபலேயா விரிகுடா 190*
அட்டபிரின் 18, 190*
அட்டர்பர்கு வரம்புகள் 191*
காரணிகள் 191
குழைம வரம்பு 191, 194
சுருக்க வரம்பு 191, 194
நீர்ம வரம்பு 191, 192
அட்டவணைப்படுத்தும் முறை 196*
அட்டை 201*
அட்மிரால்டி தீவுகள் 202*
அட்ரியாட்டிக் கடல் 202*
அட்ரோபின் 212*
அமைப்பு 212
பண்புகள் 212
அட்லாசும் அச்செலும்பும் 213*
அச்செலும்பு 213
அட்லாஸ் 213
அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் 214*
அட்லாஸ் 213

அட்லாஸ் ஆடை 216*
அடக்கல் 216*
அடக்கி 217*
அடக்கி வலை 217*
நான் முனையங்கள் 217
நான் முனையத்தின் நிலைச்சிறப் புவரைகள் 217
அடத்திருக்கை 220*
அடமென்டேன் 220*
அடர்த்தி அணி 221*
அடர்த்தி ஒப்படர்த்தி வேறுபாடு 226
அடர்த்தியும் ஒப்படர்த்தியும் 224*
அடர்த்தி ஒப்படர்த்தி வேறுபாடு 226
ஆவி அடர்த்தி காணல் 225
நீர்ம அடர்த்தி காணல் 226
வளிம அடர்த்தி காணல் 225
அடர்த்திவனத்தின் தன்மைகள் 227
அடர்த்திவனம் 226*
அடர்த்திவனத்தின் தன்மைகள் 227
நார்ச்சத்து 226
அடி (அலகு) 228*
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பி 228*
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் சிரைகள் 229
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் தமனிகள் 229
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் ஹார்மோன்கள் 229
தைராய்டு சுரப்பியின் உயிரணுக்கள் 229
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் சிரைகள் 229
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் தமனிகள் 229
அடிக்கழுத்துச் சுரப்பியின் ஹார்மோன்கள் 229
அடிக்கோள் 230*
அடிக்கோள் முறை 230*
குறியீட்டு வடிவ 230
கோதெல் 230
தனித்தன்மை 230
தொடர்நிலை 230
பொருண்மை நிலை 230
முரணின்மை 230
முழுமை 230
வடிவ 230
அடிக்கோள் முறைபுலக்கோட்பாடு 231*
ஐசோடோன் பண்பு 232
தீர்வு மதிப்புக் கட்டுப்பாடு 231
தொலை தொடுகோட்டு நிறைவு 232
தோற்றுவாய் குவாண்டம் கொள்கைக்கான அடிக்கோள்கள் 232
பரிமாற்று 232, 233
பாயின்கர் தொகுதியின் கீழ் மாற்றுவிதி 233
புலமாற்று விதி 232
புலமும் அதன் மதிப்பகமும் 231
அடிசன் நோய் 233*
சிகிச்சை 234
நோய் அறிகுறிகள் 234
நோய் அறிதல் 234
நோய்க்கான காரணங்கள் 233
நோய்க் குறியியல் 234
முற்காப்பு முறை 235
அடிநிலை 235*
எதிர் அடிநிலை 235
அடிநீர்த்துளை 235*
அடிநீர்த்துளையால் ஏற்படும் குறைபாடுகள் 236
அடிநீர்த்துளையின் காரணங்கள் 236
அடிநீர்த்துளையின் வகைகள் 235
அறுவைமருத்துவசிகிச்சை 236
நோயின்தன்மைகள் 236
அடிநீர்த்துளையால் ஏற்படும் குறைபாடுகள் 236
அடிநீர்த்துளையின் காரணங்கள் 236
அடிநீர்த்துளையின் வகைகள் 235
அடிப்படை இடையீட்டு வினைகள் 237*
இடையீட்டு வினைகளின் ஒருங்கிணைப்பு 240
ஈர்ப்பு இடையீட்டு வினைகள் 237
குறை வலிமை இடையீட்டு வினைகள் 238
மிகு வலிமை இடையீட்டு வினைகள் 239
மின்காந்த இடையீட்டு வினைகள் 238
அடிப்படைக் கட்டுப்பாடுகள் 241*
இயல்பான விடுதலைப் போக்குகள் 241
நடப்பு விடுதலைப் போக்குகள் 241
அடிப்படைக் கோட்பாடு 750
அடிப்படைத் துகள்கள் 242*
ஆல்பாச் சிதறல் 243
எதிர்த்துகள் 243
ஒத்ததிர்வுத் துகள் 243
குவார்க்குகள் 246
குளுவான்கள் 248
நிறக் கருதுகோள் 245
பண்புகள் 244

வியன்துகள் 243
அடிப்படை நெசவமைப்புகள் 254*
இயல்பு நெசவு 254
கூடை இயல்பு 255, 259
சம இயல்பு 255
சமமற்ற இயல்பு 257
இருபடை நெசவு 260
ஊடை 260
பாவு 262
ஒள்பட்டு 264
ஊடை வகை 264
பாவு வகை 264
நாற்படை நெசவு 263
ஊடை வகை 263
ஒண்பட்டு 263
பாவு வகை 263
அடிப்படைப் புள்ளிவிவரம் 264*
அடிப்படை மருத்துவப் பட்ட
முதுநிலை ஆய்வு மையம் 267*
அளிக்கப்படும் பட்டங்கள் 267
தொடக்கம் 267
அடிப்படை வார்சிதை வினைமாற்ற
வீதம் 267*
உடலில் ஆற்றல் 268
உணவின் ஆற்றல் 268
சிதை வினை மாற்றம் 268
நாளமில்லாச் சுரப்பி நோய்கள்
273
பி.எம்.ஆர்.ஐ பாதிக்கும்
காரணிகள் 273
வார்சிதைவினைமாற்றம் 267
வார் வினை மாற்றம் 268
வெளியிடப்படும் ஆற்றலை
அளவிடுதல் 270
அடிப்படை விண்மீன்கள் 274*
அடிப்படை விதை 275*
சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகள் 275
தமிழ்நாட்டில் நடைமுறையில்
இருக்கும் விதைச் சட்டங்கள் 275
பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகள்
275
பயிர்செய்ப் பெருக்காளரின்
விதைகள் 275
அடிப்பிக் அமிலம் 276*
அடி-பவுண்டல் (அலகு) 276*
அடி-பவுண்டு (அலகு) 276*
அடிமானங்கள் 277*
கிழ்க்குமிழ்த்தூண் 278
தொடர்பரவல் அடிமானங்கள்
277
நிலத்தூண் அடிமானங்கள் 278
பரவல் அடிமானங்கள் 277
பலகை அடிமானங்கள் 278
பாய் அடிமானங்கள் 278
பெட்டிக்கிணறு அடிமானங்கள் 279
அடிமூளைச் சுரப்பி 279*
அடிமூளைச் சுரப்பியின் உயிரணு
அமைப்பு 281
அடிமூளைச் சுரப்பியின் தமனிகள்
279
அடிமூளைச் சுரப்பியின் பாகங்கள்
279
அடிமூளைச் சுரப்பியின் உயிரணு
அமைப்பு 281
அடிமூளைச் சுரப்பியின் தமனிகள்
279
அடிமூளைச் சுரப்பியின் பாகங்கள்
279
அடியுரம் 283*
அடியுரம் போடுவதால் ஏற்படும்
வேதியியல் மாற்றங்கள் 283
அடியுரம் போடுவதால்
ஏற்படும்வேதியியல்மாற்றங்கள் 283
அடி-லேம்பர்ட் (அலகு) 284*
அடி-வத்தி (அலகு) 284*
அடிவளி மண்டிலம் மற்றும் மீவளி
மண்டிலத்திலிருந்து கீழ்விழும்
பொருள்கள் 673
அணுகுண்டு வெடிப்பினால்
தோன்றும் கதிரியக்க விழும்
பொருள்கள் 673
அணுகுண்டு வெடிப்பினால்
தோன்றும் கதிரியக்க
விழும்பொருள்கள் 673
அடிவானத்தாழ்வு 284
அடிவானத்தொலைவு 284*
அடிவானம் 284*
அடிவானத்தாழ்வு 284
உணரடிவானம் 284
அடினாய்டுகள் 285*
அடினாய்டு திசுக்களில்
செயல்பாடுகள் 286
அடினாய்டு திசுக்களும்
ஹார்மோன்களும் 286
உடற்கூற்றியல் 286
சிகிச்சை முறை 287
நோய்த்தொற்று 286
அடினாய்டு திசுக்களில்
செயல்பாடுகள் 286
அடினாய்டு திசுக்களும்
ஹார்மோன்களும் 286
அடினோ அதிநுண்ணுயிர் 287*
அடினோ அதிநுண்ணுயிர் பரவும்
முறை 288
அடினோ அதிநுண்ணுயிரின் தன்மை
288
ஆய்வுக்கூடத்தில் வளர்ப்பு முறை
288

தீவிர கண் நோய் 288
தீவிர நுரையீரல் நோய் 288
நிமோனியா 288
நோய்த்தடுப்பு முறைகள் 289
மேற்தொண்டை அழற்சி 288
விழிவெளிப்படல அழற்சி 289
அடினோ அதிநுண்ணுயிர் பரவும் முறை 288
அடினோ அதிநுண்ணுயிரின் தன்மை 288
அடினோசின் முப்பாஸ்பேட் 289*
அடுக்கமைவு 294*
உயிரினங்களின் 299
ஒளி 299
கடலில் 296
கிடைநிலை 294
சூழ்நிலை அமைப்பு 299
செங்குத்து 294
நன்னீர் நிலைகளில் 297
நிலப்பரப்பில் 295
வெப்ப 298
அடுக்குக்குறி 300*
அடுக்குக்குறிப் பரவல் 300*
கூப்மென்–டேர்மாய்ஸ் பரவல் 301
கூப்மென்–பிட்மேன் பரவல் 301
அடுக்குச் சாகுபடி முறையின் தத்துவங்கள் 312
அடுக்கு செவுள் மீன்கள் 301*
உளுவை 308
கழுகுத்திருக்கை 310
களிப்புச்சுறா 305
கானாங்கெளுத்திச்சுறா 303
கொட்டுந்திருக்கை 309
கொம்பு சுறா 305
சமுக்காள சுறா 306
சுத்தித்தலை சுறா 306
திமிங்கல சுறா 307
தேவதை சுறா 307
நாய் மீன் 307
பேய்த்திருக்கை 310
மணற்சுறா 305
மின்சாரத்திருக்கை 308
முட்புதர் சுறா 307
முள்நாய் சுறா 306
ரம்ப சுறா 307
ரம்ப மீன் 308
வள்ளுவன் சுறா 306
விணை மீன் 308
அடுக்குத்தொடர் 311*
கலப்பென் அடுக்குத்தொடர் 312
அடுக்குமுறைப் பயிர்ச் சாகுபடி 312*
அடுக்குச் சாகுபடி முறையின் தத்துவங்கள் 312
பல பயிர் சாகுபடி திட்ட முறைகள் 313
ஊடு பயிர் முறை 313
தொடர்ச்சியான பயிர் முறை 313
பயிர் அமைப்புத் திட்டம் 313
பயிர் மாதிரி முறை 313
அடுப்பு 315*
அடுப்பு வகைகள் 316
இயங்கும் எல்லை அல்லது சுமை எல்லை 323
இயந்திர நுண்திவலையாக்கிகள் 319
இயற்கை எரிவாயு அடுப்புகள் 320
எண்ணெய் மற்றும் வாயு அடுப்புகள் 315, 317
எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் 324, 331
காற்றை உட்செலுத்தும் விசிறிகள் 328
காற்றை வெளிச் செலுத்தும் விசிறிகள் 328
சுழல்காற்று உலை 321, 324
தீப்பற்றவைக்கும் அமைப்பு 330
துடிப்புகள் 322
தூளாக்கிய நிலக்கரியை எரிய வைக்கும் சாதனம் 324, 328
தூளாக்கும் கருவிகளின் வகைகள் 327
தொட்டிஅமைப்பு 325
நிலக்கரி எரியவைக்கும் அமைப்புகள் 323
நிலக்கரி எரியவைக்கும் சாதனத்தின் தேர்வு 323
நீராவி அல்லது காற்று நுண் திவலையாக்கிகள் 317
நேரடி எரி அமைப்பு 325
அடுப்பு இட அமைப்புக்கள் 334*
அடுப்பு வகைகள் 316
அடுவைமருத்துவசிகிச்சை 236
அடைக்கலாங் குருவி 334*
ஊர்க்குருவி 334
சிட்டுக்குருவி 334
மனைக்குருவி 334
அடைகாக்கும் கருவி 335*
அடைகாக்கும் கருவிக்குள் முட்டைகளை வைக்கும் முறை 336
அடைகாக்கும் கருவியின் பயன்கள் 336
ஈரப்பதம் 336
காற்றோட்டம் 336
முட்டைகளை ஆய்தல் 336

வெப்பத்தைச் சீர்படுத்துதல் 336
அடைகாக்கும் கருவிகளின் வகைகள் 335
அடைகாக்கும் கருவியின் ஆய்வகம் 336
கேபினட் வகை அடைகாக்கும் கருவி 336
அடைகாக்கும் கருவிக்குள் முட்டைகளை வைக்கும் முறை 336
அடைகாக்கும் கருவிகளின் வகைகள் 335
அடைத்த பாய்வு 337*
அடைப்பான் 337*
சிகிச்சை 338
தடுப்பு முறைகள் 339
நோய் ஆய்வு 338
நோய் பரவல் 337
நோயின் அறிகுறிகள் 338
நோயின் மூலகாரணம் 337
பிண ஆய்வு 338
அடைபடாமையும் அடைபடுதலும் 339*
அல்க்கின் 339
அல்க்கேன் 339
அல்க்கைன் 339
அடை, மின் 339*
பயன்பாடு 340
அடையாள அச்சுப் பதித்தல் 340*
அடையாளச் சூடு போடும் முறை 340
அடையாளச் சூடு போடும் முறையிலுள்ள குறைகள் 341
அடையாள ஒளிவீசும் கருவி 341*
அடையாளச் சூடு போடும் முறை 340
அடையாளச் சூடு போடும் முறையிலுள்ள குறைகள் 341
அடைவுக்காலம் 341*
அதி நுண்ணுயிர்கள் 342
ஒட்டுண்ணிகள் 344
நுண்ணுயிர்கள் 343
நோயாளியைப் பிரித்து வைத்தல் 342
அடோபிக் தோலழற்சி 345*
அறிகுறிகள் 345
சிகிச்சை 345
பரவியல் 345
மருந்துகள் 346
அண்டக் கதிர்கள் 346*
அண்டக் கதிர்த் தோற்றம் 349
அண்டக்கதிர்ப் பொழிவு 348
உயர விளைவு 347
கிழக்கு மேற்க்குச் சீரின்மை 348
நில நடுவரைக் கோட்டிற்கு இணைகோட்டு விளைவு 347
நிறைகோட்டு விளைவு 347
முதன்மை மற்றும் இரண்டாம் நிலைக் கதிர்கள் 346
அண்டக் கதிர்த் தோற்றம் 349
அண்டக்கதிர்ப் பொழிவு 348
அண்டக்குழாய் 25
அண்டகம் 350*
அகணி 351
அண்டம் 350
அண்டம் முதிர்தல் 350
அண்டமாக்கம் 350
கிராஃபியன் நுண்பை 353
டியூனிகா அஸ்பியூஜினியா 351
திசுக்களின் அமைப்பு 352
புறணி 351
மீசோவேரியம் 352
ரீட் பிளாஸ்டிமா 352
வகை 351
வளர்ச்சி 352
அண்டங்காக்கை 353*
இந்தியக் காட்டுக் காகம் 354
இமாலய காட்டுக்காகம் 353
கிழக்கத்தியக் காட்டுக் காகம் 354
திபெத்தியயக்காட்டுக்காகம் 354
வகைபாடு 354
அண்டத்தின் வயது 355
அண்டப்பிறப்பியல் 355*
அண்டத்தின் வயது 355
அபுல் மாறிலி முறை 355
இரட்டையர்கள் 362
எச் . ஆர் . விளக்கப்படமுறை 355
கதிரியக்க முறை 356
ஞாயிற்றுக்குடும்பம் 362
பால்வழி 359
பால்வழி மண்டலங்கள் 359
பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகள் 358
பேரதிர்வெடி 356, 357, 358
விண்மீன் முடிச்சுகள் 362
அண்டம் 351, 363*
கதிர்வீச்சு அண்டம் 364
பால்வழி 364
பால்வழி மண்டலம் 363
பேரிடிக் கொள்கை 365
விரிவடையும் அண்டம் 364
அண்டம் முதிர்தல் 350
அண்டமாக்கம் 350
அண்டமின் இயங்கியல் 365*
அண்டர் இணைப்போக்கு 367*
அண்டவியல் 365*

பேரிடிக்கொள்கை 367
விரிவடையும் அண்டம் 366
அண்ட வெளியில் உள்ள மூலங்களின் ஒப்பீட்டு ஆய்வு 653
அண்ட வேதியியல் 368*
அண்டார்க்டிக் வட்டம் 368*
அண்டார்க்டிகா 368*
அண்டார்க்டிகா ஆய்வுப் பயணம் 369, 370*
அண்டார்க்டிகா உடன்படிக்கை 370
கடல்வார்ச்சித் துறை 370
தக்ஷின் கங்கோத்தரி 371
அண்டார்க்டிகா உடன்படிக்கை 370
அண்டிபெத்தஸ் 371*
அண்ணப்பிளவு 372*
ஒட்டு அறுவை சிகிச்சை 373
அண்ணிரக அகணி 373
அண்ணிரக ஆண்மை வீரியநோய் தொகுப்பு 380
அண்ணிரகக் கட்டிக்கான ஆய்வகச் சோதனை 374
அண்ணிரகக் கட்டிகள் 373*
அகணிக் கட்டி 373
அண்ணிரக அகணி 373
அண்ணிரகக் கட்டிக்கான ஆய்வகச் சோதனை 374
அண்ணிரகக் கட்டிகளுக்குச் சிகிச்சை 374
அண்ணிரகச் சுரப்பி 373
அண்ணிரகப் புறணி 373
நியூரோப்ளாஸ்டோமா 374
ப்யோக்ரோமா கட்டி 374
புறணிக் கட்டி 374
அண்ணிரகக் கட்டிகளுக்குச் சிகிச்சை 374
அண்ணிரகங்களின் உள்ளமைப்பு 377
அண்ணிரகங்களின் சுற்றுச்சூழல் 376
அண்ணிரகங்களின் பணிகள் 376
அண்ணிரகங்களுக்கு இரத்தம் வழங்கல் 376
அண்ணிரகச் சுரப்பி 373
அண்ணிரகத்தின் அமைப்பு 376*
அண்ணிரகங்களின் உள்ளமைப்பு 377
அண்ணிரகங்களின் சுற்றுச்சூழல் 376
அண்ணிரகங்களின் பணிகள் 376
அண்ணிரகங்களுக்கு இரத்தம் வழங்கல் 376
அண்ணிரக ஹார்மோன்கள் 377
அண்ணிரகப் புற்றுக் கட்டிகள் 381
அண்ணிரகப் புற்றுநோய்க் கட்டியால் ஏற்படும் பாதிப்பு 381
அண்ணிரகப் புறணி 373
அண்ணிரக புறணி தூண்டுதல் ஹார்மோன் 379
அண்ணிரக புறணி நோய்கள் 378
அண்ணிரக ஆண்மை வீரியநோய் தொகுப்பு 380
அண்ணிரக புறணி தூண்டுதல் ஹார்மோன் 379
திடீர் அண்ணிரகப் புறணி காப்பு பற்றாக்குறை 378
நாட்பட்ட அண்ணிரக புறணிச் சுரப்பு பற்றாக்குறை நோய் 379
அண்ணிரக மிகை இயக்கம் 381*
அண்ணிரகப் புற்றுக் கட்டிகள் 381
அண்ணிரகப் புற்றுநோய்க் கட்டியால்ஏற்படும் பாதிப்பு 382
பிறவிக் கோளாறுகள் 381
அண்ணிரக மேல் உறையில் உருவாகும்பால் உணர்வு ஸ்டீராய்டுகள் 391
அண்ணிரக வெண்மூளை அழிவின் அறிகுறிகள் 383
அண்ணிரக வெண்மூளை அழிவு நோய் 383
அண்ணிரக வெண்மூளை அழிவின் அறிகுறிகள் 383
அண்ணிரக வெண்மூளை நோய் அறிதல் 384
அண்ணிரக வெண்மூளை நோய் சிகிச்சை 384
அண்ணிரக வெண்மூளை நோய் அறிதல் 384
அண்ணிரக வெண்மூளை நோய் சிகிச்சை 384
அண்ணிரக ஹார்மோன்கள் 377, 384*
அண்ணிரக மேல் உறையில் உருவாகும் பால் உணர்வு ஸ்டீராய்டுகள் 391
அண்ணிரக ஹார்மோன்கள் சுரக்கும் இடம் 385
அண்ணிரக ஹார்மோன்களின் மருந்தியல் உடலியங்கியல் செயல்வன்மைகள் 394
ஆல்டோஸ்டீரோன் சுரப்புக் கட்டுப்பாடு 386
ஆல்தோஸ்டீரோன் உருவாக்கம் 385
கார்ட்டிகாலமின் சுரப்புக் கட்டுப்பாடு 386
கார்ட்டிசால் உருவாக்கம் 386
கார்ட்டிசால் சுரப்புக் கட்டுப்பாடு 386
கார்ட்டிசாலும் குளுகோகார்டிகாய்டுகளும் வினையாற்றும் விதம் 394

சோனா–க்ரோமர்லோசா 385
சோனா ஃபேசிகுலேட்டா 385
மருத்துவமுறையில்
பயன்படுத்தப்படும்
குளுகோகார்டிகாயிடுகள் 396
மினரலோ கார்டிகாய்டுகளின்
மருந்தியல் உடலியங்கியல்
செயல்வன்மைகள் 396
அண்ணிரக ஹார்மோன்கள் சுரக்கும்
இடம் 385
அண்ணிரக ஹார்மோன்களின்
மருந்தியல் உடலியங்கியில்
செயல்வன்மை 396
அன்மைசெய்மைக்கோடுகள் 399
அன்மை செய்மைகள் 399*
அன்மைசெய்மைக்கோடுகள் 399
அணிக்கூட்டல் 400
அணிக்கோட்பாடு 399*
அணிக்கூட்டல் 400
அணிப்பெருக்கல் 400
அணியின் சுவடு 402
அணியின் தரம் 401
அலகு அணி 400
அளவன் அணி 400
இணைக்காரணி 400
சதுர அணி 400
சிற்றணிக்கோவை 401
நிரல் அணி 400
நிரை அணி 400
நிரை–நிரல் மாற்ற அணி 400
நேர்மாற்ற அணி 400
பூச்சிய அணி 400
முக்கோண அணி 400
மூலைவிட்ட அணி 400
ஹெர்மீஷியன் அணி 401
அணிக்கோப்பு அதிர்வுகள் 406*
அய்வுகள் 409
ஒருபரிமாண அணிக்கோப்பு 407
சுழிநிலை அதிர்வு 406
முப்பரிமாண அணிக்கோப்பு 408
அணிக்கோவை 402*
இணைக்காரணி 405
இலெப்லாஸ் விரிவு 404
கிராமர் விதி 405
சிற்றணிக்கோவை 404
அணி நுண்கணிதம் 409*
வாண்டர் மாண்டே அணி 410
அணிப்பெருக்கல் 400
அணியின் ஐகென் மதிப்புகளும்
ஐகென் திசையன்களும் 411*
உருவெளிப்பட்டை 412
ஐகென்திசையன் 411
ஐகென் மதிப்புக்கணக்கு 411
ஐகென் மதிப்புகள் 411
சிறப்பியல்பு பல்லுறுப்புக்கோவை
412
சிறப்பியல்பு மதிப்புகள் 412
சிறப்பியல்பு மூலங்கள் 412
அணியின் சுவடு 402
அணியின் தரம் 401
அணில் 412*
காட்டணில் 413
பறக்கும் அணில் 414
பொதுப்பண்புகள் 412
வரியணில் 412
வான்குடை மிதவை 415
அணிவிசையியல் 416*
உரிமைப்படிகள் 417
அணு 417*
அணு அடுக்கு 418*
அணுஆயுதப் போர் நடவடிக்கை
419*
அணு ஆற்றலின் சிறப்பு 419
அணு ஆற்றலின் பயன்கள் 424
அணு ஆற்றலும் அதன் பயன்களும்
419*
அணு ஆற்றலின் சிறப்பு 419
அணு ஆற்றலின் பயன்கள் 424
அணுக்கருப் பிணைவு 423
அணுக்கருப் பிளவு ஆற்றல் 422
அணுக்கருப் பிளவு எரிபொருள்
422
இந்தியாவின் அணு ஆற்றல்
திட்டம் 423
தொடர்வினை 420
பிளவு உலைகள் 423
அணு இடைவிசைகள் 424
அணு இடைவிசைகளும் மூலக்கூறு
இடைவிசையும் 424*
அணு இடைவிசைகள் 424
இலண்டன் இடைவினை 426
மூலக்கூறு இடைவிசைகள் 425
அணு இயற்பியல் 426*
அணு எண்ணும் அணு நிறை
எண்ணும் 429
அணுப்படிமங்கள் 430
அணுவின் அளவு 427
அணுவின் மின்குணம் 427
எதிர்மின்கதிர்கள் 427
ஒளிமின் வெளியிடு 428
தனிம அட்டவணை 430
நியூட்ரான் 429
நேர்மின்கதிர்கள் 429
வெக்டார் அணுப்படிமம் 431
வெப்ப அயனி உமிழ்வு 428
அணு உலை 432*, 656
அணுக்கரு எரிபொருள்கள்

433, 513
அணுக்கருக் கொதிகலன் கட்டமைப்பு 461
அணுமின் நிலையம் தாராப்பூர் 531
அப்சரா அணு உலை 525
அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கொள்கலம் 472
அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டு நீர் உலை 467
ஆராய்ச்சி உலைகள் 513
ஆராய்ச்சி மையம் 514
இந்திய எலெக்ட்ரானிக்ஸ் கழகம் 515
இந்தியநாட்டின் அணுசக்திச் சாதனை 509
இந்தியநாட்டின் வேக உற்பத்திச் சோதனை உலை, கல்பாக்கம் 522
இந்திய யுரேனியக் கழகம் 515
இயக்கக் கட்டுப்பாடு 434, 466
இராஜஸ்தான் அணுமின் நிலையம் 509
உட்புற அமைப்பு 464
உயர் வெப்ப வாயுக்குளிர்விப்பு உலைகள் 477
உலை துணை அமைப்புகள் 467
எரிபொருள் கற்றை 464
எரிபொருள் கோல் 464
எரிபொருள் சுழற்சி 505, 514
எரிபொருள் சுழற்சி முக்கியத்துவம் 485
எரிபொருள் செலுத்தும் வழி அமைப்பு 465
எரிபொருளும் பொருள் கையாளுகைக்கானச் செலவுகளும் 435
கட்டுப்பாட்டுக் கோல் செலுத்தும் அமைப்பு 463
கதிரியக்கக் கழிவு 514
கதிரியக்கக் கழிவு மேலாளுமை 483, 514
கருவிகள் 476, 484
கல்பாக்கம்II அணு உலை 519
கல்பாக்கம் அணு உலை உள்ளமைப்பு 518
கல்பாக்கம் அணு உலைப் பகுதிகள் 517
கல்பாக்கம் I உலை 516
கனநீர் ஆக்கத்திட்டம் 512
கனநீர் தரம் உயர்த்துதல் 514
கனநீர் நிலையம் கோடா 512
கனநீர் நிலையம் டால்சர் 512
கனநீர் நிலையம் தூத்துக்குடி 512
கனநீர் நிலையம் நங்கல் 512
கனநீர் நிலையம் பரோடா 512
காக்ராபர் அணுசக்தித் திட்டம் 511
காப்பு அமைப்புகள் 482
கான்டு அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலை 511
குளிர்விப்புப் பம்புகள் 470
கொதிநீர் உலை 456, 503
கொள் கலம் 472
சக்திப்பங்கீடு 466
சைரஸ் அணு உலை 526
தாமதமாக்கிகள் 433
தாராப்பூர் நிலைய இடமும் நிலைய அமைப்பும் 533
தாராப்பூர் நிலைய உலைக்கொள்கலமும் உலை அமைப்பும் 516
தாராப்பூர் நிலைய கொதிநீர் உலைக்கான எரிபொருள் 538
தாராப்பூர் நிலையப் பாதுகாப்பும் சூழ்நிலைப் பாதுகாப்பும் 535
தாராப்பூர் நிலைய மீள் எரிபொருளூட்டம் 537
தால்வை ஷட்திட்டம் 512
திரவ உலோகக் குளிர்விப்பு வேக உற்பத்தி உலை 486
திடா நெருடு சோதனைகள் 498
துருவா அணு உலை 527
துருவா அணு உலை, புளுடோனியம் ஆக்கம் 527
நரோரா அணுசக்தித் திட்டம் 511
நியூட்ரான் மூலங்கள் 465
நீராவி ஆக்கிகள் 468
நெருக்கடிப் பொருளளவு 433, 504
பிணைப்பு ஆற்றல் 495, 503
பிளவு இயக்கம் 433
பூர்ணிமா அணு உலை 526
பூர்ணிமாII அணு உலை 527
மணுகுரு திட்டம் 512
வாயுக் குளிர்விப்பு உலைகள் 435
வாயுக் குளிர்விப்பு வேக உற்பத்தி உலை 492
வேக உற்பத்தி உலைகள் 485
அணு எடை 540*
அணு எண் 540*
அணு எண்ணும் அணு நிறை எண்ணும் 429
அணுக் கட்டமைப்புக் கணக்கீடு540*

அணுக் கணக்கீட்டில் நிலவும் சிக்கல்கள் 541
சார்பியல் விளைவுகள் 543
தன் இணக்க புலமுறை 543
போலி மின்னழுத்தங்கள் 543
மையப்புலத் தோராயம் 541
ஹார்ட்ரி–ஃபோக் கணக்கீட்டு முறை 542
ஹார்ட்ரியின் அணுக்கணக்கீட்டு முறை 541
அணுக் கடிகை 544*
அணுக் கணக்கீட்டில் நிலவும் சிக்கல்கள் 541
அணுக்கதிரால் உடல்கேடு 545*
கதிர்வீச்சால் இனப்பெருக்க பாதிப்பு 546
கதிர்வீச்சால் தோலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் 545
காலந்தாழ்ந்து ஏற்படும் மாற்றங்கள் 545
அணுக்கரு அடர்த்தி 551
அணுக்கரு அமைப்பு 546, 654*
அணுக்கரு ஆரம் 547
அணுக்கரு உள் அமைப்பு 546
அணுக்கருக் கட்டமைப்பு 548
ஆல்பா துகள் படிவம் 548
கூட்டுப் படிவம் 548
சேர்க்கைப் படிவம் 549
நீர்மத்துளிப் படிவம் 548
அணுக்கருத்துகளின் காந்தப் பண்பு 548
அணுக்கருத்துகளின் தற் சுழற்சி 548
அணுக்கரு நிறை 548
அணுக்கரு விசைகளின் சிறப்புத் தன்மை 549
அணுக்கரு அளவும் வடிவமும் 588
அணுக்கரு ஆரம் 547
அணுக்கரு இயந்திரங்கள் 643
அணுக்கரு இயந்திரம் வேலை செய்யும் விதம் 643
அணுக்கரு இயல்புகள் 549*
அணுக்கரு அடர்த்தி 551
அணுக்கருவின் உருவளவு 550
அணுக்கருவின் காந்த இருமுனைத் திருப்புமை 551
அணுக்கருவின் கோண உந்தம் 551
அணுக்கருவின் நிறை 550
அணுக்கருவின் மின் நான்முனைத் திருப்புத்திறன் 552
அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் 549
புள்ளியியல் 552
அணுக்கரு இயற்பியல் 552*
அணுக்கரு, இலக்கு முனைவாக்கியது 553*
சிதறலும் முனைவாக்கமும் 555
பயன்கள் 556
முனைவாக்கம்–வழிமுறைகள் 555
அணுக்கரு உருமாற்றம் 557*
அணுக்கரு உள் அமைப்பு 546
அணுக்கரு உறுப்பொப்புமை 557*
அணுக்கரு உறுபொப்புமைகளின் வகைகள் 559
அணுக்கரு ஒப்புறுபியல்பும் அணுக்கருவின் தற்சுழற்சியும் 560
ஒப்புறுப்புடை நிலைமாற்றம் 559
அணுக்கரு உறுபொப்புமைகளின் வகைகள் 559
அணுக்கரு எரிபொருள் 560*
அணுக்கரு எரிபொருள்கள் 561
அணுப் பிணைவு எரிபொருள் 563
எரிபொருள் உருவமைப்பு 563
தோரியத்தைப் பிரித்தெடுத்தல் 563
மற்ற பிளவுபடு பொருள்களின் உற்பத்தி 562
யுரேனியத்தைப் பிரித்தெடுத்தல் 561
அணுக்கரு எரிபொருள்கள் 513
அணு உலை 432
அணுக்கரு எரிபொருள் 560
அணுக்கரு எரிபொருள் சுழற்சி 563*
எரிபொருள் சுழற்சிக் கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமங்கள் – அட்டவணை 567
யுரேனிய மூலப்பொருள்கள் – அட்டவணை 564
அணுக்கரு எரிபொருள் மீட்டுருவாக்கம் 568*
பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் 568
மீட்டுருவாக்க முறைகள் 568
அணுக்கரு ஏவூர்தி 570*
மின்ம உள்ளக வகை 571
வெப்பப் பரிமாற்ற வகை 570
வெப்ப வகை 571
அணுக்கரு ஒப்புறுபியல்பும் அணுக்கருவின் தற்சுழற்சியும் 560
அணுக்கரு ஒளிப்படப்பால்மம் 573*
அணுக்கருக் கட்டமைப்பு 548
அணுக்கருக்கட்டாற்றல் 573*
அணுக்கருக் கட்டாற்றல் பின்னம் 575
அணுக்கருக் கட்டாற்றல் பின்னம் 575

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் பண்புகள் 579

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் பயன்கள் 579

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு 578*
- அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் பண்புகள் 579
- அணுக்கருக் கதிர்வீச்சின் பயன்கள் 579
- அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு பாதுகாப்பு 581
- அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு விளைவிக்கும் கேடுகள் 580

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு பாதுகாப்பு 581

அணுக்கருக் கதிர்வீச்சு விளைவிக்கும் கேடுகள் 580

அணுக்கருக் கொதிகலன் கட்டமைப்பு 461

அணுக்கருச் சிதறல் 588*
- அணுக்கரு அளவும் வடிவமும் 588
- அணுக்கருச் சிதறல் ஆய்வுகள் 588, 589
- அணுக்கரு வினைநிகழ் வாய்ப்பு 588
- எலக்ட்ரான் நியூக்ளியான் சிதறல் 590
- நியூட்ரான்—புரோட்டான் சிதறல் 589
- புரோட்டான்—புரோட்டான் சிதறல் 590
- மோதல்களின் வகைப்பாடு 588

அணுக்கருச் சிதறல் ஆய்வுகள் 589
- அணுக்கருச் சிதறல் 588

அணுக்கருத் தற்சுழற்சியின் மதிப்பு 583

அணுக்கருத் திருப்புமை 582*
- அணுக்கருத் தற்சுழற்சியின் மதிப்பு 583
- அணுக்கருத் திருப்புமையை அளத்தல் 585
- தனி அணுவில் திருப்புமை 585
- படிகத்தில் திருப்புமை 585
- மூலக்கூறில் திருப்புமை 585

அணுக்கருத் திருப்புமையை அளத்தல் 585

அணுக்கருத் துகளியல் 586*
- அணுக்கருப் பிளவுப் பிணைப்பு 587
- கதிர் ஒரிடத்தனிமங்களின் பயன்களும் பயன்படும் முறைகளும் 586
- கதிர் தூண்டிப் பகுத்தல் முறை 587
- கதிரிவீச்சு முறை 587
- கால அளவீட்டு முறை 586
- தடமறிமுறை 587

அணுக்கருத்துகளின் காந்தப் பண்பு 548

அணுக்கருத்துகளின் தற்சுழற்சி 548

அணுக்கருத் தொகுப்பு 591*

அணுக்கருத் தொடர்வினை 592*, 655

அணுக்கருத் தொடரியக்கம் 668

அணுக்கரு நான்முனை ஒத்ததிர்வு 592*

அணுக்கரு நிலைகள் 594*
- தற்சுழற்சிச் சுற்றுப்பாதை பிணைப்பின்படி கூடுகளில் நியூக்ளியான்கள் நிரப்பப்படும் வகைகள் 594, 595
- நியூக்ளியான்களில் ஆற்றல் மட்ட நிலைகள் 597

அணுக்கரு நிறை 548

அணுக்கருப் படிமங்கள் 635

அணுக்கருப்படைக்கலங்கள் 598*
- அய்ட்ரஜன் குண்டும் கணிப்பொறியும் 605
- ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டிற்கு வெளியே அமைந்த பிளவு படைக்கலத் திட்டங்கள் 602
- ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் வெப்ப அணுக்கருப் படைக்கலத்திட்டம் 605
- கட்டுப்பாட்டு உடன்படிக்கைகள் 606
- சோவியத் நாட்டின் ஆரம்ப முயற்சிகள் 603
- பிளவுக்குண்டினை உருவாக்குதல் 599
- பிளவுப் படைக்கலங்கள் 598
- வெப்ப அணுக்கருப்படைக்கலங்களும அவற்றின் வளர்ச்சியும் 605
- ஹிரோஷிமா மீது அணுகுண்டு வீசுதல் 602

அணுக்கரு பிணைப்பு 608*, 656
- அணுக்கருப் பிணைவு ஆய்வில் முன்னேற்றம் 622
- அணுக்கருப் பிணைவு ஆற்றலின் நன்மைகள் 609
- அணுக்கருப் பிணைவும் பிளாஸ்மா முறைகளும் 614
- அணுக்கருப் பிணைவு வினை குறுக்குவெட்டுகளும் வினைவேகங்களும் 610

_லகில் அணுப்பிணைவு ஆய்வு
நிகழ்ந்த இடங்கள் 621
கண்ணாடி காந்த சிறைமுறை 620
அணுக்கருப் பிணைவு ஆற்றல்
உலை 621
காந்தச் சிறைமுறைகளின்
இன்றைய ஆய்வுநிலை 620
லேசர் வெப்பமேற்றும் அல்லது
மடிமைச்சிறைமுறை 620
காந்த சிறைமுறை 614
டோக்கோமாக் முறை 615
மெல்லிய பீட்டா பிடிப்பு 614
வலிய பீட்டா பிடிப்பு 615
ஸ்டெல்லரேட்டர் முறை 615
பிணைப்புவினைகள் 609
பொருளின் பிளாஸ்மாநிலை 610
வெப்ப அணுக்கரு உலை 612
அணுக்கருப் பிணைவு 423
அணுக்கருப் பிணைவு ஆய்வில்
முன்னேற்றம் 622
அணுக்கருப் பிணைவு ஆற்றலின்
நன்மைகள் 609
அணுக்கருப் பிணைவும் பிளாஸ்மா
முறைகளும் 614
அணுக்கருப் பிணைவு வினை
குறுக்குவெட்டுகளும்
வினைவேகங்களும் 610
அணுக்கருப் பிளப்பில்
விளைபொருள்கள் 632
அணுக்கருப் பிளப்பு 624*
அணுக்கருப் படிமங்கள் 635
கூடுபடிமம் 635
நீர்மத்துளிப்படிமம் 635
புள்ளிக் கணக்குப் படிமம் 636
மாறா வெப்பப் படிமம் 635
அணுக்கருப் பிளப்பில்
விளைபொருள்கள் 632
அணுக்கருப் பிலப்பு ஏன்
நிகழ்கின்றது 630
அணுக்கருப் பிளப்பு பற்றிய
கருத்தியல் 635
அணுக்கருப் பிளவின் பயன்கள்
627
அணுக்கருப் பிளவும், அதன்
பயன்களும் 625
அணுக்கருப் பிளவும்
தொடர்வினையும் 627
பிளவிலே தோன்றும் ஆற்றல் 629
அணுக்கருப் பிலப்பு ஏன்
நிகழ்கின்றது 630
அணுக்கருப் பிளப்பு பற்றிய
கருத்தியல் 635
அணுக்கருப் பிளவின் பயன்கள் 627
அணுக்கருப் பிளவு ஆற்றல் 422
அணுக்கருப் பிளவு எரிபொருள்
422
அணுக்கருப் பிளவுப் பிணைப்பு 587
அணுக்கருப் பிளவும் அதன்
பயன்களும் 625
அணுக்கருப் பிளவும்
தொடர்வினையும் 627
அணுக்கருப் பிளவை 654
அணுக்கருப் பொறியியல் 636*
அணுக்கரு மின்கல அடுக்கு 637*
இயங்கும் முறை 638
உயர் மின்னழுத்த மின்கலம் 637
குறைந்த மினழுத்த அணுக்கரு
மின்கலம் 639
அணுக்கரு மின்னூட்ட அளவீடு 640
அணுக்கரு மின்னூட்டம் 639*
அணுக்கரு மின்னூட்ட அளவீடு
640
அணுக்கரு மூலக்கூறுகள் 640*
அணுக்கரு வானூர்தி உந்தம்
642*
அணுக்கரு இயந்திரங்கள் 643
அணுக்கரு இயந்திரம் வேலை
செய்யும் விதம் 643
ஆய்வுகளும் வளர்ச்சியும் 644
கதிர் வீச்சு பாதுகாப்பு 642
அணுக்கரு விசைகள் 644*
அணுக்கரு விசைகளின் சிறப்புத்
தன்மை 549
அணுக்கருவின் உருவளவு 550
அணுக்கருவின் காந்த இருமுனைத்
திருப்புமை 551
அணுக்கருவின் கோண உந்தம் 551
அணுக்கருவின் நிறை 550
அணுக்கருவின் மின் நான்முனைத்
திருப்புத்திறன் 552
அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் 549
அணுக்கரு வினைகள் 648*
அண்ட வெளியில் உள்ள மூலங்களின்
ஒப்பீட்டு ஆய்வு 653
அணுக்கரு வினையால் உண்டான
அண்டம் 653
அணுக்கரு வெட்டு முகம் 650
இடைவினை வகைகள் 649
வினைக்கு தேவையான
அமைப்புகள் 651
வினையியக்க முறை நுட்பம் 651
அணுக்கரு வினைநிகழ் வாய்ப்பு
588
அணுக்கரு வினையால் உண்டான
அண்டம் 653
அணுக்கரு வெட்டு முகம் 650
அணுக்கரு வெடிப்பு 654*, 655
அணு உலை 656

அணுக்கரு அமைப்பு 654
அணுக்கருத் தொடர்வினை 655
அணுக்கருப் பிளவை 654
அணுக்கரு வெடிப்பு 655
அணு குண்டு 656
ஓரிடத்தனிமங்கள் 654
நிறை ஆற்றல் சமன்பாடு 654
அணுக்கரு வேதியியல் 657*
சிதைவுக் கலவையை பிரிக்கும் வழிகள் 662
செயற்கைச் சிதைவை செயலாக்கும் முறைகள் 661
பயன்கள் 662
அணுக்கவில்லை 663*
அகன்ற கோணம் 663
அமைப்பு 663
தொலை நோக்குக் கோணம் 663
நடுநிலைக்கோணம் 663
அணுக்கற்றைகள் 664*
அணுக் கோட்பாடு 664*
அணுவின் கட்டமைப்பு 665
டால்டன் அணுக் கொள்கை கோட்பாடு 664
நான்கு தனிமக் கோட்பாடு 665
ப்ரவுட் கோட்பாடு 665
அணுகுகோட்டுத் தொடர் 666*
ஆயுலர்—மெக்கலரின் வாய்பாடு 666
அணுகுகோடுகள் 666*
அணுகுண்டு 668*
அணுக்கருத் தொடரியக்கம் 668
அணுகுண்டு தயாரித்தலும் வெடித்தலும் 669
அணுகுண்டு தாயாரிக்கத் தேவையான பொருள்கள் 669
அணு குண்டு 656
அணுகுண்டு சோதனைத் தடுப்பு உடன்படிக்கை 670*
அணுகுண்டு தயாரித்தலும் வெடித்தலும் 669
அணுகுண்டு தாயாரிக்கத் தேவையான பொருள்கள் 669
அணுகுண்டு வெடிப்பினால் தோன்றும் கதிரியக்க விழும் பொருள்கள் 671*
அடிவளி மண்டிலம் மற்றும் மீவளி மண்டிலத்திலிருந்து கீழ்விழும் பொருள்கள் 673
அணுகுண்டு வெடிப்பினால் தோன்றும் கதிரியக்க விழும்பொருள்கள் 671*
அடிவளி மண்டிலம் மற்றும் மீவளி மண்டிலத்திலிருந்து கீழ்விழும் பொருள்கள் 673
அணுகுண்டு வெடிப்பு 671
அபாயங்கள் 674
உட்புறக் கீழ்விழும் பொருள்கள் 672
கதிரியக்க விளைபொருள்கள் 672
மாதிரி காணுதல் 674
அணுகுண்டு வெடிப்பு 671
அணுசக்திப் பொறுப்புக்குழு (ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள்) 675*
அணுநிறமாலை 675*
அணு நிறமாலையின் பயன்கள் 681
அணு நிறமானிகள் 678
எலக்ட்ரான் நிலை 675
ஹைட்ரஜன் அணு நிற மாலை 677
அணு நிறமாலையின் பயன்கள் 681
அணு நிறமானிகள் 678
அணு நிறை அலகு 682*
அணுப்படிமம் 430, 683*
அலையியல் அணுப்படிமம் 690
நீல்ஸ்போர் அணுப்படிமம் 685
நீல்ஸ்போர் அணுப்படிமம் ஹைட்ரஜன் நிறமாலை தொடர்கள் 686
ரூதர் போர்டு அணுப்படிமம் 684
ரூதர் போர்டு ஆல்பா துகள் சிதறல் செய்முறை 684
வெக்டார் அணுப்படிமம் 687
அணுப் பிணைவு எரிபொருள் 563
அணுப்பிளவுத் தடத்தால் காலங்கணித்தல் 692*
அணுப்பிளவுத் தட முறை 694
கதிரியக்க முறை 692
விண்வீழ்கற்கள் முறை 695
அணுப்பிளவுத் தட முறை 694
அணுப்பிளவுப் பொருள் தொடர் இயக்கம் புரியக் கூடியது 696*
அணுப்பொருளளவு எண் 696*
அணுமருத்துவமும் அதன் பயன்களும் 697*
அணுமாறிலிகள் 698*
ஆய்வுகளைப்பற்றிய வரலாறு 698
சோஜப்சன் விளைவு அளவிடுதல்
மற்றும் மீச்சிறு இருமடிவிசை 703
மாறிலிகளை ஆய்வதற்கான காரணங்கள் 698
அணுமின் நிலையம் தாராப்பூர் 531
அணு மூலக்கூறு மோதுகை 704*
அணு மூலக்கூறு மோதுகைகள் 709

709
அயனியாக்க மோதுகை 707
இடமாற்று மோதுகை 709
எலக்ட்ரான் அணு மோதுகை 706
எலக்ட்ரான்பிடிபடல் 708
எலக்ட்ரான் மூலக்கூறு மோதுகை 708
சிதறல் குறுக்குவெட்டு 705
மீள் மோதுகை மற்றும் மீளா மோதுகை 707
மோதுகை வகைகள் 704
மோதுகை விளக்கம் 704
அணு மூலக்கூறு மோதுகைகள் 709
அணு வலு எண் (இணைதிறன்) 710*
அணுவாக்கல் 711*
அணுவின் அளவு 427
அணுவின் கட்டமைப்பு 665
அணுவின் மின்குணம் 427
அணை 711*
அணைக் காம் 711
அணை கட்டுதல் 719
அணைப்பகுதிகள் 715
அணையைப் பேணுதல் 731
அணைவகை 712
கல்லணை 713
கற்கரை அணை 713
நீரின் தன்மை 711
மண் அணை 714
அணைக் காம் 711
அணை கட்டுதல் 719
அணைசுருணை 731*
எளிய 732
பிற்போக்கு 733
பின்புற இடைவெளி 731
முற்போக்கு 733
முன்புற இடைவெளி 732
அணைப்பகுதிகள் 715
அணையைப் பேணுதல் 731
அணைவகை 712
அணைவு 734*
அணைவு எண்கள் 737, 738, 739, 740
அணைவு வேதியியல் 735
அணைவு வேதியியல் 735*
அணைவு எண் 737
அணைவு எண் — 2 737
அணைவு எண் — 3 737
அணைவு எண் — 4 738
அணைவு எண் — 5 738
அணைவு எண் — 6 738
அணைவு எண் — 7 739
அணைவு எண் — 8 739
அணைவு எண் — 9 739
அணைவு எண் — 10 739
அணைவு எண் — 11 739
அணைவு எண் — 12 740
அயனியாதல் மாற்றியம் 736
உள்ளமைப்பு அல்லது இணைப்பு மாற்றியம் 736
ஒருங்கிணைவு பிணைப்பு பற்றிய கொள்கைகள் 737
ஒருங்கிணைவு மாற்றியம் 736
கோட்பாடுகள் 740
வழங்கிகள் 741
வாங்கிகள் 740
சதுர சாய்தள கோபுரவரி வடிவம் 737
நான்முக அணைவுகள் 738
நீர்ம மாற்றியம் 736
பலபடி மாற்றியம் 737
மாற்றியம் 736
முக்கோண இரட்டை சாய்தளக்கோபுரம் 738
முப்பரிமாண மாற்றியம் 736
வளர்ச்சி வரலாறு 735
அத்தம் 742*
அத்தர் 742*
சிறப்புப் பண்புகள் 742
தயாரிக்கும் முறை 742
பொருளாதாரச் சிறப்பு 743
அத்தி 743*
சிறப்புப் பண்புகள் 743
பொருளாதாரச் சிறப்பு 743
அத்திப் பூச்சி 744*
அந்துப்பூச்சி 744
இலைப்பேன் 745
எரியோஃபிட் சிற்றுண்ணிகள் 745
கம்பளிப் பூச்சிகள் 745
குளவி 745
சில்லிட் பூச்சிகள் 745
செதில்பூச்சிகள் 745
தண்டு துளைப்பான் 744
பட்டுப்பூச்சி 744
மாவுப்பூச்சி 745
அத்ரிணிபாம்ஸ் 746*
அதி அணுக்கரு இயற்பியலும் இடையீட்டுவினையும் 748*
அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறை 750*
அடிப்படைக் கோட்பாடு 750
அமைப்பு 751
வரலாறு 752
அதி ஆபத்துக்கான காரனங்கள் 752
அதி ஆபத்துக்குரிய குழவி 752*
அதி ஆபத்துக்கான காரனங்கள் 752

குறித்த காலத்துக்கு முன்பே
குழந்தை பிறத்தல் 752
அதி ஊடை சாய்வரித் துணி 755*
அதி ஒலியியல் 755*
அதி ஒலியியலில் படிகங்கள் 756
ஒலி நுண்ணோக்கி 757
திண்பொருள்களில் அதி ஒலி அலைகள் 757
திண்ம நீர்மப் பொருள்களின் வெப்பக் கடத்தலை காணல் 758
நீர்மங்களில் அதி ஒலியியல் அலைகள் 757
நீர்மங்களின் பாகுத்தன்மையைக் கண்டறிதல் 758
வான ஊர்தி மாதிரிகளை ஆராய்தல் 759
வெப்பவாட்டலை ஆராய்தல் 578
அதி ஒலியியலில் படிகங்கள் 756
அதிஒலி வேகப் பறத்தலின்வரலாறு 759*
ஏவூர்தி 763
சுழல் தாரை விமானம் 762
துடிப்பு தாரை விமானம் 762
மோது தாரை விமானம் 761
அதிக அளவு உற்பத்தித் திறன் 766*
பெருக்குவதற்கான வழிமுறைகள் 766
அதிகொழுப்பிரத்தம்
அதிகொலஸ்டிரால் இரத்தம் 767*
இரத்தக் கொழுப்பைக் குறைப்பதற்கான வழிமுறைகள் 768
இரத்த கொழுப்பு 767
இரத்த கொழுப்பு மிகுநிலைக்கு காரணம் 768
உடல் கொழுப்பு 767
அதிகொழுப்பினிப் புரத இரத்தம் 785*
சிகிச்சை முறை 787
மரபுவழிமிகைக்
கொழுப்பினிப்புரதஇரத்தம் 785
வகைகள் 785
அதிசுருளி 769*
அதிசோடிய இரத்தத்திற்கு காரணங்கள் 769
அதிசோடிய இரத்தத்திற்கு தினம் ஏற்படும் பாதிப்பு 770
அதிசோடிய இரத்தம் 769*
அதிசோடிய இரத்தத்திற்கு காரணங்கள் 769
அதிசோடிய இரத்தத்திற்கு தினம் ஏற்படும் பாதிப்பு 770
அதிதைராய்டியக்கம் 770*
அதிதைராய்டு இயக்கத்திற்கான காரணங்கள் 771
அதிதைராய்டு இயக்கத்தின் அறிகுறிகள் 771
அதிதைராய்டு இயக்கத்தினால் விழியில்ஏற்படும்மாற்றங்கள் 771
இதயக்கோளாறுகள் 771
கதிரியக்க அயோடின் சிகிச்சை 773
தைராய்டு சுரப்பி செயல்பாடு 770
நோய்க்கு சிகிச்சை 772
நோயால் பாதிப்பு 772
அதிதைராய்டு இயக்கத்திற்கான காரணங்கள் 771
அதிதைராய்டு இயக்கத்தின் அறிகுறிகள் 771
அதிதைராய்டு இயக்கத்தினால் விழியில் ஏற்பதும்மாற்றங்கள் 771
அதிநுண்ணியிர் இயல் 884
அதிநுண்ணுயிர் 773*
அதிநுண்ணுயிர் இனப்பெருக்கம் 775
அதிநுண்ணுயிர்களின் அளவு 774
அதிநுண்ணுயிர் வகைகள் 777
அதிநுண்ணுயிர் வளர்ப்பு 776
ஆய்வக வழிநோய் அறிதல் 778
உட்புகுதல் நிலை 775
உடலமைப்பும் கட்டமைப்பும் 774
உடலில் பரவல் 777
உயிரியல் ஆக்கம் 776
எதிர்ப்பாற்றல் 775
புற உறிஞ்சல் 775
முதிர்ச்சி அடைதல் 776
மேலுறை நீக்கம் 775
வரலாறு 773
வெளியேற்றம் 776
வேதியல் பண்பு 774
அதிநுண்ணுயிர் இனப்பெருக்கம் 775
அதிநுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி நோய் 778*
அதிநுண்ணுயிரின் தன்மைகளும் பரவும் முறையும் 778
அறிகுறிகள் 778
கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் 779
குணமாக்கும் வகைகள் 779
தடுப்பு முறைகள் 779
நோயினைக் கண்டறியும் முறைகள் 779
அதிநுண்ணுயிர் எதிர்ப்பிகள் 779*
அதிநுண்ணுயிர்களின் நஞ்சு இயல்புகள் 780
அமான்டடின் 780
இன்டர் ஃபிரான் 781
காமாகுளோபிலின் 780

குவானிடின் 780
ட்ரைபுளுரோதைமெடின் 781
மெதிஸலோன் 781
லிவாமெசால் 782
அதி நுண்ணுயிர்கள் 342
அதிநுண்ணுயிர்களின் அளவு 774
அதிநுண்ணுயிர்களின் நஞ்சு இயல்புகள் 780
அதிநுண்ணுயிர் நோய் ஆய்வும்
மின்னணு நுண்நோக்கியும் 782*
ஊடுருவும் மின்னணு நுண்நோக்கி 785
மின்னணு நுண்நோக்கி 782
ஸ்கேனிங் மின்னணு நுண்நோக்கி 785
அதிநுண்ணுயிர் வகைகள் 777
அதிநுண்ணுயிர் வளர்ப்பு 776
அதிநுண்ணுயிரின் தன்மைகளும் பரவும் முறையும் 778
அதிமதுரம் 790*
சிறப்புப்பண்புகள் 790
பயிரிடுமுறை 791
பொருளாதாரச் சிறப்பு 791
அதி மின்னூட்டம் 791*
அதி மைய விலக்கி 793*
அதிர்ச்சி 794*
அதிர்ச்சியில் இதய பாதிப்பு 796
அதிர்ச்சி வகைகள் 794
இதய இரத்த வெளிப்பாடு குறைவால் அதிர்ச்சி 794
இரத்த உறைத்துகளால் நுரையீரல் அடைப்பு 795
இரத்தம் வழங்கும் பரப்பின் அதிகரிப்பால் அதிர்ச்சி 795
உளவழி அதிர்ச்சி 795
சிகிச்சையும் மீளுதலும் 796
நரப்புவழி அதிர்ச்சி 795
நாளமில்லா சுரப்பிகளால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி 796
நுண்ணுயிர் அதிர்ச்சி 795
பெருந்தமனியின் உள்பாகம் உடைதல் 795
மருந்தும் அதிர்ச்சியும் 795
மிகை ஒவ்வாமை அதிர்ச்சி 795
அதிர்ச்சி அலை 797*
ஒலி முழக்கம் 798
பயன்பாடு 799
பரவும் வகை 797
வானிலை ஆய்வு 800
விளைவுகள் 797
அதிர்ச்சி ஏற்பி 800*
அதிர்ச்சி தனிப்படுத்தல் 801*
அதிர்ச்சியைஉறிஞ்சல் 801
வரம்பு முடுக்கம் 802
விசை—தொலைவு விளக்கப்படம் 802
அதிர்ச்சி தாங்கி 804*
அதிர்ச்சியில் இதய பாதிப்பு 796
அதிர்ச்சியைஉறிஞ்சல் 801
அதிர்ச்சி வகைகள் 794
அதிர்வி 804*
குறிப்பலை அரிர்வி 805
திறன் அதிர்வி 804
அதிர்வு 806*
அதிர்வெண் மானிகள் 810
ஒத்திசைவுத்தம்பப் பரிசோதனை 808
ஒற்றை நாண் கருவி 809
கிளாட்னி படங்கள் 811
குண்ட்சின் குழாய் 808
திண்பொருள்களில் குறுக்கதிர்வுகள் 807
பாய்பொருள் அதிர்வு 808
ஃபோனிக் மோட்டார்கள் 810
மெல்டியின் கம்பி 809
லிசாஜஸ் படங்கள் 810
வளிமங்களில் நெட்டதிர்வுகள் 807
அதிர்வு உணரி 811*
இடப்பெயர்ச்சி உணரி 812
முடுக்க அளவி 811
விரைவு உணரி 811
அதிர்வு எந்திரங்கள் 813*
எதிர்வினைவகை 813
நேர்வகை 813
மின்னியக்கவகை 814
அதிர்வு ஒடுக்கல் 314*
உராய்வுமுறை 316
ஒடுக்கி இருப்பிடம் 317
கணிப்புமுறை 316
தானியங்கி அதிர்ச்சி ஏற்பி 315
பிசுப்பு முறை 315
அதிர்வு தனிப்படுத்தல் 817*
தனிப்படுத்தி இடங்கள் 820
நெறிமுறை 818
பள்ள அரண் 819
ரப்பர் பாய் 819
வகைகள் 818
வில்—பொருண்மை அமைப்பு 818
அதிர்வு முறைகள் 820*
உலோகத்தண்டு 821
கம்பி 821
சவ்வு 822
தகடு 822
அதிர்வெண்ணும் அளக்கும் முறைகளும் 823*
அதிர்வெண் மானிகள் 810
அதிவடிவச் சார்புகள் 824*
உருமாற்றங்கள் 825

ஒருங்கிணை 825
செங்குத்துப் பல்லுறுப்பிகள் 826
தொடர்பின்ன விரிவுகள் 825
பொதுமைப்படுத்திய 826
அதிவளியோட்டம் 827*
காரணம் 828
சிகிச்சை 828
மருத்துவ வெளிப்பாடு 828
அதிவளையகம் 829*
அதிவளையச் சார்புகள் 330*
நேர்மாறு 330
அதிவளையச் சுருளி 831*
அதிவளைவு 831*
அதிவளைவுக் கலம் ஒட்டும் அமைப்பு 832*
ஒமேகா 834
டெக்கா 834
லோரான் 834
அதிவிடையம் 834*
சிறப்புப் பண்புகள் 834
பொருளாதாரச் சிறப்பு 835
அதிவிலகு புருவம் 835*
அறிகுறி 835
இயற்கை 835
காரணங்கள் 835
குறைகள் 835
சிகிச்சை 836
செயற்கை 836
வகைகள் 835
அந்தமான் கடல் 836*
அந்தரத் தாமரை 836*
சிறப்புப் பண்புகள் 836
பொருளாதாரச் சிறப்பு 837
அந்தி மந்தாரை 837*
சிறப்புப் பண்புகள் 838
பொருளாதாரச் சிறப்பு 838
அந்தி மெல்லொளி 839*
அந்துப் பூச்சி 840*
அந்துப்பூச்சி 744
அப்கார் எண்ணிக்கை 841*
இதயத்துடிப்பு 842
உறுத்துணர்ச்சி 842
தசையிறுக்கம் 842
நிறம் 842
மூச்சு விடுதல் 842
அப்சரா அணு உலை 525
அப்டியூசென்ட் நரம்பு 845*
ஆறாம்தலைநரம்பு 844
தசை இயக்க 846
அப்பலோனியஸ் 847*
அப்போசினேசி 847*
பொதுப்பண்புகள் 847
பொருளாதாரச்சிறப்பு 848
அப்யா உணர்வகற்றி 849*
அப்லிசியா 849*
அபமேச இடநழுவல் 850*
அறிகுறி 851
இடப்புற 850
காரணம் 850
சிகிச்சை 852
தடுப்புமுறை 852
நோய்பரவு ஆய்வு 850
நோயறிமுறை 852
நோயுறுமுறை 851
முன்பக்க 852
அபலோன் 852*
அபாயங்கள் 674
அபிரகத் தாள்கள் 854
அபிரக நாடா 854
அபிரகிகள் 855
அபிரகி மின்காப்பீடு 854*
அபிரகத் தாள்கள் 854
அபிரக நாடா 854
அபிரகிகள் 855
அபின் எடுக்கும் முறை 857
அபினி 856*
அபின் எடுக்கும் முறை 857
சிறப்புப் பண்புகள் 856
பயிரிடும் முறை 857
பொருளாதாரச்சிறப்பு 858
விதிமுறைகள் 858
அபுகிர் விரிகுடா 858*
அபுல் எட்வின் பாவெல் 859*
அபுல் மாறிலி 859*
அபுல் மாறிலி முறை 355
அம்பர் கிறிஸ் 859*
அம்பர்ட் சுமியான் 860*
அம்பல்லிஃபரி 861*
பொதுப்பண்புகள் 862
பொருளாதாரச்சிறப்பு 862
அம்பியாக்சஸ் 863*
அம்பினியூர 865*
ஒடற்றமெல்லுடலிகள் 867
பாலிபிளாக்கோபோரா 866
அம்பிட்டமீன்கள் 868*
உள் நிலைத்திரிபுகள் 872
மருத்துவப் பயன்கள் 871
மருந்தியல் குணங்கள் 871
விளைவுகள் 872
வேதியல் குறிப்பு 869
அம்பு தொடுக்கும் மீன் 874*
அம்மாம் பச்சரிசி 875*
சிறப்புப் பண்புகள் 875
பொருளாதாரச் சிறப்பு 875
அம்மீட்டர் 876*
அனல்வகை 880
இயங்கு இரும்பு வகை 877
இயங்கு சுருள் வகை 876

இழுப்பும் விலக்கும் கலந்த வகை 879
கலப்பு வகை 882
நிலைப்புவகை 882
நேர்முக இழுப்பு வகை 877
மின்னியக்க வகை 879
வகைகள் 876
விலக்க வகை 878
விலகுமுன் வகை 877
வேதியியல் வகை 882
அம்மை அக்கி 883*
காரணம் 883
நாடு இயல் 883
நோய்க்குறி 883
வரலாறு 883
விளைவு 883
அம்மை குத்தல் 887
அம்மை நோய் 884*
அதிநுண்ணியிர் இயல் 884
அம்மை குத்தல் 887
அர்க்காசிடே 5
இக்சோடிடே 5
ஒரியோபட்டாய்டே 6
அறிகுறிகள் 885
சிகிச்சை 886
சிறப்பு ஆய்வு 886
பரவல் 884
விளைவுகள் 884
அம்மை நோய் (கால்நடை) 888*
குதிரை அம்மை 888
செம்மறி அம்மை 888
பறவை அம்மை 889
பன்றி அம்மை 889
மாட்டம்மை 888
வெள்ளாட்டு அம்மை 889
அம்மைன் 889*
அம்மொனைட்டு 890*
உடல் அறை 891
பரிணாம வரலாறு 892
ஃபிராக்மோகோன் 890
அம்மொனிட்டிக் இணைப்பு 890
கோனியாட்டிக் இணைப்பு 890
செராட்டிக் இணைப்பு 890
புரோட்டோக்காங்க் 890
வளிக்குழல் 891
அம்மோனியம் சல்பேட்டு 896
அம்மோனியம் தயோசயனேட் 896
அம்மோனியம் நைட்ரேட் 896
அம்மோனியா 892*
அம்மோனியம் சல்பேட்டு 896
அம்மோனியம் தயோசயனேட் 896
அம்மோனியம் நைட்ரேட் 896
அயனி வினைகள் 894
உப்புகள் 895
உலோகக்கரைசல்கள் 894
தயாரிப்பு 894
பெறுமுறை 895
மூலக்கூறு அமைப்பு 892
வேதிப் பண்புகள் 892
ஹேபர் முறை 894
அமண்ட்சன் கடல் 896*
அமண்ட்சன் ரோல்ட் 897*
அமராந்தேசி 898*
பொதுப்பண்புகள் 898
பொருளாதாரச்சிறப்பு 899
அமாரில்லிடேசி 899*
பொதுப்பண்புகள் 899
பொருளாதாரச்சிறப்பு 899
அமான்டடின் 780
அமில அசோ சாயங்கள் 187
அமில அமைடு 900*
இமைடுகள் 901
கார்பானிக் அமில அமைடுகள் 901
தயாரிப்புமுறை 901
பொதுப்பண்புகள் 901
யூரியா 902
அமெரிக்கவகை வார்ப்பு அச்சு எந்திரம் 131
அமைப்பு 78
அங்குயிலிபாம்ஸ் 78
அட்ரோபின் 212
அணுக்கவில்லை 663
அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறை 750
அய்ட்ரஜன் குண்டும் கணிப்பொறியும் 605
அய்ப்னோன் 165

அயனியாக்க மோதுகை 707
அயனியாதல் மாற்றியம் 736
அயனி வினைகள் 894
அரோமாட்டிக் அசைடு 167
அல்க்கீன் 339
அல்க்கேன் 339
அல்க்கைன் 339
அலகு அணி 400
அலிஃபாட்டிக் அசைடு 166
அலையியல் அணுப்படிமம் 690
அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கொள்கலம் 472
அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டு நீர் உலை 467
அளவன் அணி 400
அளிக்கப்படும் பட்டங்கள் 267
அறிகுறி 85
அதிவிலகு புருவம் 835

அபமேச இடநழுவல் 851

அறிகுறிகள்

அடோபிக் தோலழற்சி 345

அம்மை நோய் 885

அறுவைச் சிகிச்சைக்குப்பின் கவனிக்க வேண்டியவை 179

அறுவைச் சிகிச்சையின் போது கவனிக்க வேண்டியவை 179

அனல்வகை அம்மீட்டர் 880

அனுபவ வைத்திய பிரம்மரகசியம் 36

ஆத்ம ரட்சாமிர்தம் 36

ஆப்பு 107

ஆய்வக வழிநோய் அறிதல் 778

ஆய்வுக்கூடத்தில் வளர்ப்பு முறை அடினோ அதிநுண்ணுயிர் 288

ஆய்வுகளும் வளர்ச்சியும் 644

ஆய்வுகளைப்பற்றிய வரலாறு 698

ஆயுலர்—மெக்கலரின் வாய்பாடு 666

ஆராய்ச்சி உலைகள் 513

ஆராய்ச்சி மையம் 514

ஆல்டோஸ்டீரோன் சுரப்புக் கட்டுப்பாடு 386

ஆல்டோஸ்டீரான் உருவாக்கம் 385

ஆல்பாச் சிதறல் 243

ஆவி அடர்த்தி காணல் 225

ஆழ்கடல் வகை 124

ஆறாம்தலைநரம்பு 844

ஆஸ்பிரின் 178

இடப்பெயர்ச்சி உணரி 812

இடமாற்று மோதுகை 709

இடுக்குவாளி எந்திரம் 52

இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் 119

இடைமனம் 49

இடையீட்டு வினைகளின் ஒருங்கிணைப்பு 240

இடைவினை வகைகள் 649

இணைக்காரணி 400

அணிக்கோட்பாடு 399

அணிக்கோவை 402

இதய இரத்த வெளிப்பாடு குறைவால் அதிர்ச்சி 794

இதயக்கோளாறுகள் 771

இதயத்துடிப்பு 842

இந்திய எலெக்ட்ரானிக்ஸ் கழகம் 515

இந்தியக் காட்டுக் காகம் 354

இந்தியநாட்டின் அணுசக்திச் சாதனை 509

இந்தியநாட்டின் வேக உற்பத்திச் சோதனை உலை, கல்பாக்கம் 522

இந்திய யுரேனியக் கழகம் 515

இந்தியவகை அசைபோடும் விலங்கு 170

இந்திய விலாங்குகள் 79

இந்தியாவின் அணு ஆற்றல் திட்டம் 423

இந்துக்கள் இஸ்லாமிய அடையாளம் 69

இமாலய காட்டுக்காகம் 353

இமின் 167

இமைடுகள் 901

இயக்கக் கட்டுப்பாடு 466

அணு உலை 432

இயக்கு சமன் 142

இயங்ககலம் 17

இயங்கு இரும்பு வகை 877

இயங்கு சுருள் வகை 876

இயங்கும் எல்லை அல்லது சுமை எல்லை 323

இயங்கும் முறை 638

இயந்திர நுண்திவலையாக்கிகள் 319

இயல்பான விடுதலைப் போக்குகள் 241

இயல்புகள், அசெட்டேட்டு இழை 159

இயல்பு நெசவு 254

இயற்கை 835

இயற்கை எரிவாயு அடுப்புகள் 320

இயற்பியல் பண்புகள் 156

2, 4 — பென்ட்டேன் டைஒன் 162

இரட்டையர்கள் 362

இரத்த உறைத்துகளால் நுரையீரல் அடைப்பு 795

இரத்தக் கொழுப்பைக் குறைப்பதற்கான வழிமுறைகள் 768

இரத்த கொழுப்பு 767

இரத்த கொழுப்பு மிகுநிலைக்கு காரணம் 768

இரத்தம் வழங்கும் பரப்பின் அதிகரிப்பால் அதிர்ச்சி 795

இராஜ்ஸ்தான் அணுமின் நிலையம் 509

இருக்கை முள் எலும்புகள் 114

இருபடை நெசவு 260

இரைப்பை அமைப்பு 169

இலண்டன் இடைவினை 426

இலெப்லாஸ் விரிவு 404

இலைப்பேன் 745

இழுப்பும் விலக்கும் கலந்த வகை 879

இழுவட எந்திரம் 52

இன்டர் ஃபிரான் 781

ஈயத்தட்டை 108

ஈர்ப்பு இடையீட்டு வினைகள் 237

உட்புகுதல் நிலை 775

உட்புற அமைப்பு 464

உட்புறக் கீழ்விழும் பொருள்கள்
  அணுகுண்டு வெடிப்பு 672
உடல் அறை 891
உடல் கொழுப்பு 767
உடல்நலம் பெற்று வரும் அறிகுறிகள் 184
உடலமைப்பு 149
  அசுவுணி 148
  அட்டை 201
உடலமைப்பும் கட்டமைப்பும் 774
உடலில் ஆற்றல் 268
உடலில் பரவல் 777
உடலுக்குத் தேவையான ஆற்றல் உற்பத்தி 181
உடற்கூற்றியல் 286
உண்ணிகள் 5
உணரடிவானம் 284
உணவின் ஆற்றல் 268
உணவு செரித்தல் 41
உப்புகள் 156
  அசெட்டிக் அமிலம் 154
  அம்மோனியா 892
உயர் மின்னழுத்த மின்கலம் 637
உயர் வெப்ப வாயுக்குளிர்விப்பு உலைகள் 477
உயர விளைவு 347
உயிரிய ஆக்கம் 776
உயிரினங்களில் 299
உராய்வுமுறை 316
உரிமைப்படிகள் 417
உருமாற்றங்கள் 825
உருவி 107
உருவெளிப்பட்டை 412
உருளை சாய்சட்டம் 109
உலகில் அணுப்பிணைவு ஆய்வு நிகழ்ந்த இடங்கள் 621
உலை துணை அமைப்புகள் 467
உலோகக்கரைசல்கள் 894
உலோகத்தண்டு 821
உள் நிலைத்திரிபுகள் 872
உள்ளமைப்பு அல்லது இணைப்பு மாற்றியம் 736
உளவழி அதிர்ச்சி 795
உளுவை 308
உறுத்துணர்ச்சி 842
ஊடகங்கள் 29
ஊடுருவும் மின்னணு நுண்ணோக்கி 785
ஊர்க்குருவி 334
எச். ஆர். விளக்கப்படமுறை 355
எண்ணெய் மற்றும் வாயு அடுப்புகள் 317
  அடுப்பு 315
எதிர் அடிநிலை 235
எதிர்த்துகள் 243
எதிர்ப்பாற்றல் 775
எதிர்மின்கதிர்கள் 427
எதிர்வினைவகை 813
எதில் அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்டர் 163
எந்திரமுறை அச்சுக்கோப்பு 126
எரிபொருள் உருவமைப்பு 563
எரிபொருள் கற்றை 464
எரிபொருள் கோல் 464
எரிபொருள் சுழற்சி 514
  அணு உலை 432
எரிபொருள் சுழற்சிக் கதிரியக்க ஒரிடத் தனிமங்கள்—அட்டவணை 567
எரிபொருள் சுழற்சி முக்கியத்துவம் 485
எரிபொருள் செலுத்தும் வழி அமைப்பு 465
எரிபொருளும் பொருள் கையாளுகைக்கானச் செலவுகளும் 435
எரிபொருளூட்டும் கருவிகள் 331
  அடுப்பு 315
எரியோஃபிட் சிற்றுண்ணிகள் 745
எல்ராட் 128
எலக்ட்ரான் அணு மோதுகை 706
எலக்ட்ரான் உருவக்குழல் 28
எலக்ட்ரான் நிலை 675
எலக்ட்ரான் நியூக்ளியான் சிதறல் 590
எலக்ட்ரான்பிடிபடல் 708
எலக்ட்ரான் மூலக்கூறு மோதுகை 708
எலும்புக்கூட்டின் இன அடையாளம் 70
எளிய அணைசுருணை 732
ஏவூர்தி 763
ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டிற்கு வெளியே அமைந்த பிளவு படைக்கலத் திட்டங்கள் 602
ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் வெப்ப அணுக்கருப் படைக்கலத்திட்டம் 605
ஐகென்திசையன் 411
ஐகென் மதிப்புக்கணக்கு 411
ஐகென் மதிப்புகள் 411
ஐசோடோன் பண்பு 232
ஒட்டு அறுவை சிகிச்சை 373
ஒட்டுண்ணிகள் 344
ஒடுக்கி இருப்பிடம் 317
ஒத்ததிர்வுத் துகள் 243
ஒத்திசைவுத்தம்பப் பரிசோதனை 808
ஒப்புறுப்புடை நிலைமாற்றம் 559

ஒமேகா 834
ஒருங்கிணை 825
ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகள் 102
ஒருங்கிணைவு பிணைப்பு பற்றிய கொள்கைகள் 737
ஒருங்கிணைவு மாற்றியம் 736
ஒருபரிமாண அணிக்கோப்பு 407
ஒலி நுண்ணோக்கி 757
ஒலி முழக்கம் 798
ஒள்பட்டு 264
ஒளி 299
ஒளிக்காணிகள் 32
ஒளித்துகள் 130
ஒளிப்பட இயல். 96
ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு 129
ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம் 129
ஒளிப்பட முறையில் வண்ணம் பிரித்தெடுத்தல் 87
ஒளிப்பொறிப்பு முறை 105
ஒளிமின் வெளியிடு 428
ஒளிமுறையால் எழுத்துகாணும் அலகிடுவான் 138
ஒற்றை நாண் கருவி 809
ஒடற்றமெல்லுடலிகள் 867
ஒரிடத்தனிமங்கள் 654
கட்டுப்படுத்தும்முறை 149
கட்டுப்பாட்டு உடன்படிக்கைகள் 606
கட்டுப்பாட்டுக் கோல் செலுத்தும் அமைப்பு 463
கட்டுமானம் அச்சு ஒன்றிய வடம் 123
கடல்வளர்ச்சித் துறை 370

கண்ணாடி காந்த சிறைமுறை 620
கண்ணாடி நார் அடுக்ககி 23
கணிப்பொறியால் அச்சுக்கோத்தல் 134
கதிர் ஒரிடத்தனிமங்களின் பயன்களும் பயன்படும் முறைகளும் 586
கதிர்வீச்சால் இனப்பெருக்க பாதிப்பு 546
கதிர்வீச்சால் தோலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் 545
கதிர்வீச்சு அண்டம் 364
கதிர் வீச்சு பாதுகாப்பு 642
கதிரியக்க அயோடின் சிகிச்சை 773
கதிரியக்கக் கழிவு 514
கதிரியக்கக் கழிவு மேலாண்மை 483
அணு உலை 432
கதிரியக்க முறை 356
அண்டப்பிறப்பியல் 355
அணுப்பிளவுத் தடத்தால் காலங்கணித்தல் 692
கதிரியக்க விளைபொருள்கள் 672
கம்பளிப் பூச்சிகள் 745
கம்பி 821
கருப்பை 26
கருவிகள் 484
அணு உலை 432
கல்பாக்கம் அணு உலை 519
கல்பாக்கம் அணு உலை உளமைப்பு 518
கல்பாக்கம் அணு உலைப் பகுதிகள் 517
கல்பாக்கம் உலை 516
கல்லணை 713
கலப்புச் சுற்றுவழிகள் 102
கலப்பு வகை 882
கலப்பெண் அடுக்குத்தொடர் 312
கழுகுத்திருக்கை 310
கழுத்து முள் எலும்புகள் 111
கழுத்து முள்ளெலும்புகள் 118
களிப்புச்சுறா 305
கற்காரை அணை 713
கன்னி இனப்பெருக்கம் 149
கனநீர் ஆக்கத்திட்டம் 512
கனநீர் தரம் உயர்த்துதல் 514
கனநீர் நிலையம் கோடா 512
கனநீர் நிலையம் டால்சர் 512
கனநீர் நிலையம் தூத்துக்குடி 512
கனநீர் நிலையம் நங்கல் 512
கனநீர் நிலையம் பரோடா 512
காக்ராபர் அணுசக்தித் திட்டம் 511
காங்கேயப்புள் 147
காட்டணில் 413
காந்த சிறைமுறை 614
காப்பு அமைப்புகள் 482
காமாகுரோபிலீன் 780
காய்ச்சல் தணிப்பி 150
கார்ட்டிசால் உருவாக்கம் 386
கார்ட்டிசாலும் குளுகோகார்டிகாய்டுகளும் வினையாற்றும் விதம் 394
கார்டிசால் சுரப்புக் கட்டுப்பாடு 386
கார்டிசாலமின் சுரப்புக் கட்டுப்பாடு 386
கார்பானிக் அமில அமைடுகள் 901
கார அசோச்சாயங்கள் 188

அதிவளியோட்டம் 827
அபமேச கிடநழுவல் 850
அம்மை அக்கி 883
காரணிகள் 191
காலந்தாழ்ந்து ஏற்படும் மாற்றங்கள் 545
காற்றை உட்செலுத்தும் விசிறிகள் 328
காற்றை வெளிச் செலுத்தும் விசிறிகள் 388
கான்டு அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கனநீர் உலை 511
கானாங்கெளுத்திச்சுறா 303
கிடைநிலை அடுக்கமைவு 294
கியுனாகிரைன் 18
கிரா ஃபியன் நுண்மை 353
கிராமர் விதி 405
கிழக்கத்தியக் காட்டுக் காகம் 354
கிழக்கு மேற்குச் சிரின்மை 348
கிளாட்னி படங்கள் 811
கிளினிஃபெல்ட்டர் நோய்த்தொகுப்பு 72
கிளைசன் குறுக்க வினை 164
கிட்டால் 151
கிட்டோ—ஈனால் இயங்கு சமநிலை 164
கிட்டோன் அழிதல் 163
கிழ்க்குமிழ்த்தூண் 278
குடைவு அச்சுமுறை 85
குண்ட்சின் குழாய் 808
குத்தச்சு 108
குதிரை அம்மை 888
குவார்க்குகள் 246
குவாணிடின் 780
குழல் வகை 141
குழைம வரம்பு 191
அட்டர்பர்கு வரம்புகள் 191
குழைவன உறைகள் 23
குழைவனத்தாள் 23
குழைவனத்துணிகள் 23
குளவி 745
குளிர்விப்புப் பம்புகள் 470
குரூவான்கள் 248
குறித்த காலத்துக்கு முன்பே குழந்தை பிறத்தல் 752
குறிப்பலை அதிர்வி 805
குறியீட்டு வடிவ 230
குறுக்க வினை 162
குறைகள் 835
குறைந்தமின்னழுத்த அணுக்கரு மின்கலம் 639
குறை வலிமை இடையீட்டு வினைகள் 238
கூப்மேன்—டேர்மாய்ஸ் பரவல் 301
கூப்மேன்—பிட்மேன் பரவல் 301
கைம்முறை அச்சுக்கோப்பு 126

கொட்டுத்திருக்கை 309
கொடுக்கிணைப்பு வினைபொருள் 162
கொண்மங்கள் 98
கொண்மங்கள், மென்படலவகை 101
கொதிநீர் உலை 456
அணு உலை 432
கொம்பு சுறா 305
கொழுப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் 42
கொழுப்பு அகத்துறிஞ்சல் 43
கொள் கலம் 472

கோடு அல்லது தட்டை வண்ண அச்சடிப்பு 91
கோதெல் 230
கோபுர அகழ் எந்திரம் 54
சக்கர அடிப்பகுதி 17
சக்கர இருசு 17
சக்திப்பங்கீடு 466
சகஸ்ர சித்தயோகம் 36
சதுர அணி 400
சதுர சாய்தள கோபுரவரி வடிவம் 737
சமதள அச்சுமுறை 85
சமந்தட்டி 108
சமன் எந்திரம் 142
சமன் முறை 142
சமுக்காள சுறா 306
சல்வு 822
சாய்நிலைச் சட்டம் 108
சார்பியல் விளைவுகள் 543
சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகள் 275
சிகிச்சை 234
அடிசன் நோய் 233
அடைப்பான் 337
அடோபிக் தோலழற்சி 345
அதிவளியோட்டம் 827
அதிவிலகு புருவம் 835
அபமேச கிடநழுவல் 850
அம்மை நோய் 884

அக்கூஸ்டிக் நியுரோமா 14
அடினாய்டுகள் 285
அதிகொழுப்பினிப் புரத இரத்தம் 785
சிகிச்சையும் தடுப்பும் 93
சிகிச்சையும் மீளுதலும் 796
சிசுவைக் கொல்லல் 74

சிட்டுக்குருவி 334
சித்த வைத்திய திரட்டு 36
சிதறல் குறுக்குவெட்டு 705
சிதறலும் முனைவாக்கமும் 555
சிதைந்து அழுகிய உடலை அடையாளம்காணல் 72
சிதை வினை மாற்றம் 268
சிதைவுக் கலவையை பிரிக்கும் வழிகள் 662
சில்லிட் பூச்சிகள் 745
சிற்றணிக்கோவை 401
அணிக்கோட்பாடு 399
அணிக்கோவை 402
சிற்றுண்ணிகள் (நாவிகள்) 5
சிறப்பியல்பு பல்லுறுப்புக்கோவை 412
சிறப்பியல்பு மதிப்புகள் 412
சிறப்பியல்பு மூலங்கள் 412
சிறப்பு ஆய்வு 886
சிறப்புப்பண்புகள் 1
அக்கருட்டு 1
அகத்தி 34
அகில் மரம் 66
அசோகு 184
அத்தர் 742
அத்தி 743
அதிமதுரம் 790
அதிவிடையம் 834
அந்தரத் தாமரை 836
அந்தி மந்தாரை 837
அபினி 856
அம்மாம் பச்சரிசு 875
சிறப்புவகை அகழ் எந்திரங்கள் 53
சிறப்பு வகைகள் 141
சிறுகாட்சி எந்திரங்கள் 132
சுத்தித்தலை சுறா 306
சுமந்து செல்லி 47
சுருக்க வரம்பு 194
அட்டர்பர்கு வரம்புகள் 191
சுழல்காற்று உலை 321
அடுப்பு 315
சுழல் தாரை விமானம் 762
சுழிநிலை அதிர்வு 406
சூழ்நிலை அமைப்பு 299
செங்குத்து 294
செங்குத்துப் பல்லுறுப்பிகள் 826
செடிப்பேன் 148
செதில்பூச்சிகள் 745
செந்தர அகழ் எந்திரம் 52
செம்மறி அம்மை 888
செயற்கை 836
செயற்கைச் சிதைவை செயலாக்கும் முறைகள் 661
செலுலோஸ் டிரைஅசெட்டேட் 178
செவிப்பெட்டகம் 116
அச்செலும்புத் தொகுதி 115
சேர்ம முறை 47
சைரஸ் அணு உலை 526
சோப்பாக்க மதிப்பு 162
சோவியத் நாட்டின் ஆரம்ப முயற்சிகள் 603
சோனா—க்ளோமர்லோசா 390
சோனா பேசிகுலேட்டா 0
சோஜப்சன் விளைவு அளவிடுதல் மற்றும் மீச்சிறு இருமடிவிசை 703
ஞாயிற்றுக் குடும்பம் 362
ட்ரைபுளூரோதைமெடின் 781
டால்டன் அணுக் கொள்கை கோட்பாடு 664
டியூனிகா அஸ்பியூஜினியா 351
டிரையசின் உப்பு 167
டெக்கா 834
டைஅசெட்டைல் மெதேன் 162
டைஅசோஆக்கம் 186
தக்க இடைவெளித்தட்டச்சு எந்திரங்கள் 132
தக்ஷன் கங்கோத்தரி 371
தகடு 822
தசை இயக்கம்846
தசையிறுக்கம் 842
தட்டுப் பதிவுமுறை 85
தடுப்புமுறை 852
தடுப்பு முறைகள் 339
தடைவலைகள் 100
அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள் 94
தண்டு துளைப்பான் 744
தண்டு வகை 144
தனி அணுவில் திருப்புமை 585
தமிழ்நாட்டில் நடைமுறையில் இருக்கும் விதைச் சட்டங்கள் 275
தயாரிக்கும் முறை 742
தயாரிப்பு 894
தயாரிப்பு முறை 166
அசெட்டோன் 165
அமல அமைடு 900
தழும்புகள் 75
தற்சுழற்சிச் சுற்றுப்பாதை பிணைப்பின்படி கூடுகளில் 594
தன் கிணக்க புலமுறை 543
தன்வந்திரி வைத்திய காவியம் 36
தனி அச்செழுத்து எந்திரம் 128
தனி எழுத்து ஒளிப்பட எந்திரம் 130
தனித்தன்மை 230
தனிப்படுத்தி கிடங்கள் 820
தனிம அட்டவணை 430
தாமதமாக்கிகள் 433
தாராப்பூர் நிலைய கிடமும்

நிலைய அமைப்பும் 533
தாராப்பூர் நிலைய
உலைக்கொள்கலமும் உலை
அமைப்பும் 516
தாராப்பூர் நிலைய கொதிநீர்
உலைக்கான எரிபொருள் 538
தாராப்பூர் நிலையப்
பாதுகாப்பும் சூழ்நிலைப்
பாதுகாப்பும் 535
தாராப்பூர் நிலைய மீள்
எரிபொருளுட்டம் 537
தால்வை ஷட்திட்டம் 512
தாலியேசியா 145
தாள் அடி அடுக்ககிகள் 23
தானியங்கி அதிர்ச்சி ஏற்பி 315
திசுக்களின் அமைப்பு 352
திடீர் அண்ணிரகப் புறணி காப்பு
பற்றாக்குறை 380
திண்படல மின்சுற்று வழிகள் 98
திண்பொருள்களில் அதி ஒலி
அலைகள் 757
திண்பொருள்களில் குறுக்கதிர்வுகள்
807
திண்ம நீர்மப் பொருள்களின்
வெப்பக் கடத்தலை காணல் 758
திண்ம வகை 141
திபெத்தியக் காட்டுக்காகம் 354
திமிங்கல சுறா 307
திரவ உலோகக் குளிர்விப்பு வேக
உற்பத்தி உலை 486
திரிக முள்ளெலும்புகள் 119
திருமண ஒப்பந்தம் 74
திரை அச்சிடல் முறை 106
திரை அச்சுமுறை 85
திறன் அகழ்வாரி எந்திரம் 52
திறன் அதிர்வி 804
திடா நெருடு சோதனைகள் 498
திப்பற்றவைக்கும் அமைப்பு 330
தீர்வு மதிப்புக் கட்டுப்பாடு 231
தீவிர கண் நோய் 288
தீவிர நுரையீரல் நோய் 288
துடிப்புகள் 322
துடிப்பு தாரை விமானம் 762
துடுப்பு மீன்கள் 147
துணிஅடி அடுக்ககிகள் 23
துணிகேட்டுகள் 144
துருவா அணு உலை 527
துருவா அணு உலை புளுடோனியம்
ஆக்கம் 527
துளைபொறிப்பு முறை 106
துளை வரித்தகடு 109
தூண்டிகள் 99
தூளாக்கிய நிலக்கரியை எரிய
வைக்கும் சாதனம் 328
அடுப்பு 315
தூளாக்கும் கருவிகளின் வகைகள்
327
தேரையர் சேகரப்பா 37
தேவதை சுறா 307
தைராய்டு சுரப்பி செயல்பாடு
770
தைராய்டு சுரப்பியின்
உயிரணுக்கள் 229
தொகு அமைப்பு முறைகள் 137
தொகு அமைப்பு முறையில்
அச்சுக்கோத்தல் 136
தொகுப்புமுறைப் பயன்கள் 164
தொட்டிஅமைப்பு 325
தொடக்கம் 267
தொடர்நிலை 230
தொடர்பரவல் அடிமானங்கள் 277
தொடர்பின்ன விரிவுகள் 825
தொடர்வினை 420
தொலை தொடுகோட்டு நிறைவு
232
தொலை நோக்குக் கோணம் 663
தொலைபேசி வகை 124
தொழில் குறிகள் 76
தொழில் நுட்பம் 95
தொழிலகச் செயல்முறைகள் 105
அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள் 94
தொழிலாக்க முறை 158
தோய்தொட்டி 44
தோரியத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்
563
தோற்றுவாய்கள் 25
தோற்றுவாய் குவாண்டம்
கொள்கைக்கான அடிக்கோள்கள்
232
நகையும் உடையும் 76
நடப்பு விடுதலைப் போக்குகள்
241
நடுநிலை அக்ரிஃபிளேவின் 19
நடுநிலைக்கோணம் 663
நரம்புவழி அதிர்ச்சி 795
நரோரா அணுசக்தித் திட்டம்
511
நன்னீர் நிலைகளில் 297
நாட்பட்ட அண்ணிரக புறணிச்
சுரப்பு பற்றாக்குறை நோய் 380
நாடு இயல் 883
நாய் மீன் 302
நாளமில்லாச் சுரப்பி நோய்கள்
273
நாளமில்லா சுரப்பிகளால்
ஏற்படும் அதிர்ச்சி 796
நாற்கூர்முனை 22
நாற்படை நெசவு 263

நான்கு தனிமக் கோட்பாடு 665
நான்முக அணைவுகள் 738
நான் முனையங்கள் 217
நான் முனையத்தின் நிலைச்சிறப் புவரைகள் 217
நிமோனியா 288
நியூரோப்ளாஸ்டோமா 374
நியூக்ளியான்கள் நிரப்பப்படும் வகைகள் 595
நியூக்ளியான்களில் ஆற்றல் மட்ட நிலைகள் 597
நியூட்ரான் 429
நியூட்ரான்—புரோட்டான் சிதறல் 589
நியூட்ரான் மூலங்கள் 465
நிரல் அணி 400
நிரை அணி 400
நிரை—நிரல் மாற்ற அணி 400
நிலக்கரி எரியவைக்கும் அமைப்புகள் 323
நிலக்கரி எரியவைக்கும் சாதனத்தின் தேர்வு 323
நிலத்தூண் அடிமானங்கள் 278
நில நடுவரைக் கோட்டிற்கு இணைகோட்டு விளைவு 347
நிலப்பரப்பில் 295
நிலைச்சட்டம் 108
நிலை சமன் 142
நிலைப்புவகை 882
நிலைமின் அச்சுமுறை 85
நிறக் கருதுகோள் 245
நிறம் 842
நிறம் எண்பித்தல் 89
நிறம்தாங்கி 186
நிறம் நிறுத்தும் சாயங்கள் 189
நிறம் பெருக்கிகள் 186
நிறமும் தோற்றமும் 74
நிறை ஆற்றல் சமன்பாடு 654
நிறைகோட்டு விளைவு 347
நீர்ம அடர்த்தி காணல் 226
நீர்மங்களில் அதி ஒலியியல் அலைகள் 757
நீர்மங்களின் பாகுத்தன்மையைக் கண்டறிதல் 758
நீர்ம மாற்றியம் 736
நீர்ம வரம்பு 191
  அட்டர்பர்கு வரம்புகள் 191
நீராவி அல்லது காற்று நுண் திவலையாக்கிகள் 317
நீராவி ஆக்கிகள் 468
நீரியல் பின்கொழு எந்திரம் 53
நீரின் தன்மை 711
நீல்ஸ்போர் அணுப்படிமம் 685
நீல்ஸ்போர் அணுப்படிமம்
ஹைட்ரஜன் நிறமாலை தொடர்கள் 686
நீள்வட்டு 108
நுண்ணுயிர் அதிர்ச்சி 795
நுண்ணுயிர்கள் 343
நெர்மின்கதிர்கள் 429
நெருக்கடிப் பொருளாவு 504
  அணு உலை 432
நெறிமுறை 818
நேர் அசோ சாயங்கள் 188
நேர்மாற்ற அணி 400
நேர்மாறு 330
நேர்முக இழுப்பு வகை 877
நேர்வகை 813
நேரடி எரி அமைப்பு 325
நொதிப்பொருள்கள் 43
நோய் அறிகுறிகள் 169
  அசைபோடும் விலங்கினங்களின் வயிறு 167
  அடிசன் நோய் 233
நோய் அறிதல் 234
நோய் ஆய்வு 338
நோய்க்கான காரணங்கள் 233
நோய்க்கு சிகிச்சை 772
நோய்க்குறி 883
நோய்க் குறியியல் 234
நோய்கள் 202
  அட்டை 201
நோய்த்தடுப்பு முறைகள் 289
நோய்த்தொற்று 286
நோய் தோன்றக் காரணங்கள் 92
நோய் பரவல் 337
நோய்பரவு ஆய்வு 850
நோயறிமுறை 852
நோயால் பாதிப்பு 772
நோயாளியைப் பிரித்து வைத்தல் 342
நோயின் அறிகுறிகள் 93
  அச்ச நோய் 92
  அடைப்பான் 337
ப்யோக்ரோமா கட்டி 374
ப்ரவ்ட் கோட்பாடு 665

பக்கவாட்டு விலக்கம் 17
பச்சைக் குத்தல் 76
பட்டுப்பூச்சி 744
படல வீழ்படிவு முறை 106
படிகத்தில் திருப்புமை 585
படிந்த சாயம் 189
படிமலர்ச்சி 83
பண்ணறிமா 147

அசெட்டிக் அமிலம் 154
அசெட்டோன் 165
அட்ரோபின் 212
அடிப்படைத் துகள்கள் 242

பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகள் 275
பயன்கள் 20
அக்ரிலிக் இழைகள் 19
அக்ரோலின் 20
அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு 29
அசெட்டிக் அமிலம் 154
அணுக்கரு இலக்கு முனைவாக்கியது 553
அணுக்கரு வேதியியல் 657
பயன்பாடு 340
அடை மின் 339
அதிர்ச்சி அலை 797
பயன்பாடுகள் 96
பயிர்செய்ப் பெருக்காளரின் விதைகள் 275
பயிரிடும் முறை 857
பயிரிடுமுறை 791
பரவல் 79
அங்குயிலிபாம்ஸ் 78
அம்மை நோய் 884
பரவல் அடிமானங்கள் 277
பரவியல் 345
பரவும் வகை 797
பரிணாம வரலாறு 892
பரிமாற்று 232
அடிக்கோள் முறைபுலக்கோட்பாடு 231
பல்வகை வண்ண அச்சடிப்பு செயல்முறைகள் 91
பலகை அடிமானங்கள் 278
பலபடி மாற்றியம் 737
பலபடிமெட்டா அக்ரிலிக் அமிலம் 19
பல பயிர் சாகுபடி திட்ட முறைகள் 313

பள்ள அரண் 819
பள்ளம் அகழ் எந்திரம் 53
பறக்கும் அணில் 414
பறவை அம்மை 889
பன்றி அம்மை 889
பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் 568
பாதுகாப்பு மேற்பூச்சுகள் 99
பாய் அடிமானங்கள் 278
பாய்பொருள் அதிர்வு 808
பாயின்கர் தொகுதியின் கீழ் மாற்றுவிதி 233
பால் 71
பால்வழி 359
அண்டப்பிறப்பியல் 355
அண்டம் 363
பால்வழி மண்டலங்கள் 359
பால்வழி மண்டலப் பெருமுடிச்சுகள் 358

பால்வழி மண்டலம் 363
பாலி சாக்கரைடு 153
பாலிபிளக்கோபேரா 866
பாலின மறைவு 72
பாலைவன அகாமா 63
பி.எம்.ஆர்.ஐ பாதிக்கும் காரணிகள் 273
பிசின் பிணைந்த அடுக்ககிகள் 23
பிசுப்பு முறை 315
பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் பாகங்கள் 76

பிடர் அச்சு 118
பிடர் எலும்பு 118
பிடரி எலும்புப்பகுதி 115
பிண ஆய்வு 338
பிணைப்பு ஆற்றல் 503
அணு உலை 432
பிணைவு வினைகள் 609
ஃபிராக்மோகோன் 890
ஃபிரீடல் கிராஃப்ட்ஸ் அசைல் ஏற்றம் 177
பிளவிலே தோன்றும் ஆற்றல் 629
பிளவு இயக்கம் 433
பிளவு உலைகள் 423
பிளவுக்குண்டினை உருவாக்குதல் 599
பிளவுப் படைக்கலங்கள் 598
பிற்போக்கு 733
பிறவிக்கோளாறுகள் 382
பின்கொழு எந்திரம் 53
பின்புற இடைவெளி 731
ஃபினைல் அசெட்டமைடு 150
ஃபினைல் மெதில் கீட்டோன் 165
புரத அகத்துறிஞ்சல் 42
புரதத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் 41

புரோட்டான்–புரோட்டான் சிதறல் 590
புரோட்டோக்காங்க் 890
புலச்சுருள் 49
புலமாற்று விதி 232
புலமும் அதன் மதிப்பகமும் 231
புள்ளியியல் 552
புற இயல்புகள் 20
புற உறிஞ்சல் 775
புறணி 351
புறணிக் கட்டி 374
புறநிலைக் கட்டமைப்பு 158
புறமனம் 50
பூச்சிய அணி 400

பூர்ணிமா அணு உலை 526
பூர்ணிமா 527
பெட்டிக்கிணறு அடிமானங்கள் 279
பெருக்குவதற்கான வழிமுறைகள் 766
பெருங்குடலில் அகத்துறிஞ்சல் 43
பெருந்தமனியின் உள்பாகம் உடைதல் 795
பெறுமுறை 895
பென்சாயில் ஏற்றம் 177
பேய்த்திருக்கை 310
பேரதிர்வெடி 357
  அண்டப்பிறப்பியல் 355
பேரிடிக் கொள்கை 365
  அண்டம் 363
  அண்டவியல் 365
பைகோஸ்டைல் 121
பைரோசோமா 145
பொதுப் பண்புகள் 2
  அக்காந்தேசி 2
  அக்காரினா 4
  அணில் 412
  அப்போசிநேசி 847
  அம்பல்லிஃபரி 861
  அமராந்தேசி 898
  அமல அமைடு 900
  அமாரில்லிடேசி 899

பொருண்மை நிலை 230
பொருளாதாரச்சிறப்பு 1
  அக்கருட்டு 1
  அக்காந்தேசி 2
  அக்காரினா 4
  அகத்தி 34
  அகில் மரம் 66
  அசோகு 184
  அத்தர் 742
  அத்தி 743
  அதிம்துரம் 790
  அதிவிடையம் 834
  அந்தரத் தாமரை 836
  அந்தி மந்தாரை 837
  அப்போசிநேசி 847
  அபினி 856
  அம்பல்லிஃபரி 861
  அம்மாம் பச்சரிசு 875
  அமராந்தேசி 898
  அமாரில்லிடேசி 899
பொருளின் பிளாஸ்மாநிலை 610
பொருளை அகற்றும் முறை 105
பொறியியல் 95
போலி மின்னழுத்தங்கள் 543
ஃபோனிக் மோட்டார்கள் 810
மண் அணை 714
மண்டைப்பகுதி 116
  அச்செலும்புத் தொகுதி 115
மணற்சுறா 305
மயிர் 74
மரபுவழிமிகைக் கொழுப்பினிப்புரத இரத்தம் 785
மருத்துவப் பயன்கள் 871
மருத்துவமுறையில் பயன்படுத்தப்படும் குளுகோகார்டிகாய்டுகள் 390
மருத்துவ வெளிப்பாடு 828
மருந்தியல் குணங்கள் 871
மருந்துகள் 346
மருந்தும் அதிர்ச்சியும் 795
மலக்குடல் கழுவுதல் 184
மற்ற பிளவுபடு பொருள்களின் உற்பத்தி 562
மனுகுரு திட்டம் 512
மனைக்குருவி 334
மாட்டம்மை 888
மாதிரி காணுதல் 674
மார்பு முள் எலும்புகள் 114
மார்புமுள்ளெலும்புகள் 118
மாவுப்பூச்சி 745
மாவுப்பொருளில் மாற்றங்கள் 41
மாவுப்பொருளின் அகத்துறிஞ்சல் 42
மாற்றியம் 736
மாறிலிகளை ஆய்வதற்கான காரணங்கள் 698
மாறுநிலைகோணம் 24
மானிடவியல் அளவுமுறை 75
மிகு வலிமை இடையீட்டு வினைகள் 239
மிகை ஒவ்வாமை அதிர்ச்சி 795
மின்காந்த இடையீட்டு வினைகள் 238
மின்சாரத்திருக்கை 308
மின்துகளியல் முறை எழுத்தாக்கம் 134
மின்துகளியல் முறையில் நிறம் பிரித்தல் 89
மின்ம உள்ளக வகை 571
மின்னணு தூண்டோக்கி 782
மின்னியக்கவகை 814
  அதிர்வு எந்திரங்கள் 813
  அம்மீட்டர் 876
மினரலோ கார்டிகாய்டுகளின் மருந்தியல் உடலியங்கியல் செயல்வன்மைகள் 396
மீசோவேரியம் 352
மீட்டுருவாக்க முறைகள் 568
மீள் மோதுகை மற்றும் மீளா மோதுகை 707
முக்கோண அணி 400

முக்கோண இரட்டை
  சாய்தளக்கோபுரம் 738
முகர்ச்சிப்பெட்டகம் 115
  அச்செலும்புத் தொகுதி 115
முட்புதர் சுறா 307
முடுக்க அளவி 811
முடுக்குச் சட்டம் 107
முதன்மை மற்றும் இரண்டாம்
  நிலைக் கதிர்கள் 346
முதிர்ச்சி அடைதல் 776
முதுகு நாண் 120
முதுகெலும்புத்தொடர் 115
முப்பரிமாண அணிக்கோப்பு 408
முப்பரிமாண மாற்றியம் 736
முரணின்மை 230
முலாம் பூசுதல் 106
முழுஅக எதிரொளிப்பு 23
முழுமை 230
முள்நாய் சுறா 306
முற்காப்பு முறை 235
முறைகள் 44
முன்பக்க 852
முன்புற இடைவெளி 732
முன் முனை சுமை ஏற்றி 53
முனைவாக்கம்—வழிமுறைகள் 555
மூச்சு விடுதல் 842
மூட்டின் அமைப்பும் பயனும் 170
மூட்டின் உணர்வு 176
மூட்டின் உருவமாற்ற செயல்கள்
  177
மூட்டின் பாகங்கள் 171
மூட்டின் வகைகள் 170
மூட்டின் வார்ச்சி 176
மூட்டு இயக்கம் 176
மூட்டு இரத்த ஓட்டம் 176
மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பு 159
மூலக்கூறில் திருப்புமை 585
மூலக்கூறு அமைப்பு 892
மூலக்கூறு இடைவிசைகள் 425
மூலைவிட்ட அணி 400
மூளைப்பெட்டகம் 115
மெதில் சயனைடு 165
மெதிலால் 150
மெதிஸேலான் 781
மெப்பாகிரைன் 18
மெல்டியின் கம்பி 809
மென்படல சுற்றுவழிகள் 99
மேடை வகை 144
மேல் இடுப்பு முள் எலும்புகள் 111
மேல் கீழ்த்தாடைகள் 116
மேல்மட்ட வகை 144
மேலுறை நீக்கம் 775
மேற்தொண்டை அழற்சி 288
மையப்புலத் தோராயம் 541
மோதல்களின் வகைப்பாடு 588
மோதுகை வகைகள் 704
மோதுகை விளக்கம் 704
மோது தாரை விமானம் 761
யுரேனியத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்
  561
யுரேனிய
மூலப்பொருள்கள்—அட்டவணை 564
யுரோஸ்டைல் 120
யூகிமுனிவர் கும்மி 36
யூரியா 902
ரப்பர் பாய் 819
ரம்ப சுறா 307
ரம்ப மீன் 308
ரிவனோல் 18
ரீட் பிளாஸ்டிமா 352
ருதர் போர்டு அணுப்படிமம் 684
ருதர் போர்டு ஆல்பா துகள்
  சிதறல் செய்முறை 684
லிசாஜஸ் படங்கள் 810
லிவாமெசால் 782
லூடுலோ 128
லோரான் 834
வகை 351
வகைகள் 141
  அச்சுத்தண்டு 141
  அதிகொழுப்பினிப் புரத இரத்தம்
  785
  அதிர்வு தனிப்படுத்தல் 817
  அதிவிலகு புருவம் 835
  அம்மீட்டர் 876
வகைபாடு 5
  அக்காரினா 4
  அட்டை 201
  அண்டங்காக்கை 353
வட்டு 108
வடிவ 230
வண்ண அச்சடிப்பு வேலை 90
வண்ண உருவாக்கக் கோட்பாடு 86
வணிகப் பெயர்கள் 161
வரம்பு முடுக்கம் 802
வரலாறு 752
  அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறை 750
  அதிநுண்ணுயிர் 773
  அம்மை அக்கி 883
வரிஅச்சு, இடைஅச்சு எந்திரங்கள்
  127
வரி அச்சுப்படல எந்திரம் 130
வரித்தகடு 107, 108, 109
  அச்சிடும் கருவிகளும்
  சாதனங்களும் 107
வரியணில் 412
வள்ளுவன் சுறா 306

வளர்ச்சியடைந்த தொழில் நுட்பமுறைகள்
அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள் 105
வளர்சிதைவினைமாற்றம் 267
வளர் வினை மாற்றம் 268
வளிக்குழல் 891
வளிம அடர்த்தி காணல் 225
வளிமங்களில் தெட்டதிர்வுகள் 807
வளைய அசெட்டால் 151
வாண்டர் மாண்டே அணி 410
வாயுக் குளிர்விப்பு உலைகள் 435
வாயுக் குளிர்விப்பு வேக உற்பத்தி உலை 492
வால் எலும்பு 112
வால் முள்ளெலும்புகள் 119
வாழ்க்கைச் சுற்று 149
வான்குடை மிதவை 415
வான ஊர்தி மாதிரிகளை ஆராய்தல் 759
வானிலை ஆய்வு 800
வானொலி வகை 124
விசை—தொலைவு விளக்கப்படம் 802
விண்மீன் முடிச்சுகள் 362
விண்வீழ்கற்கள் முறை 695
விதிமுறைகள் 858
வியன்துகள் 243
விரவல் முறை 106
விரிவடையும் அண்டம் 364, 366
அண்டம் 363
அண்டவியல் 365
விரைவு உணரி 811
வில்—பொருண்மை அமைப்பு 818
விலக்க வகை 878
விலகுமுன் வகை 877
விழிப்பெட்டகம் 115, 116
அச்செலும்புத் தொகுதி 115
விழிவெளிப்படல அழற்சி 289
விளைவு 883
விளைவுகள் 25
அக ஒலி 24
அதிர்ச்சி அலை 797
அம்பீட்டமின்கள் 868
அம்மை நோய் 884
வினைக்கு தேவையான அமைப்புகள் 651
வினையியக்க முறை நுட்பம் 651
வீணை மீன் 308
வீழ்படிவுக்குப் பிந்திய செயல்முறைகள் 101
வெக்டார் அணுப்படிமம் 431
அணு ஃபயற்பியல் 426
அணுப்படிமங்கள் 683
வெப்ப 298
வெப்ப அணுக்கரு உலை 612
வெப்ப
அணுக்கருப்படைக்கலங்களும் அவற்றின் வளர்ச்சியும் 605
வெப்ப அயனி உமிழ்வு 428
வெப்பக்காணிகள் 31
வெப்பப் பரிமாற்ற வகை 570
வெப்ப வகை 571
வெப்ப வட்டலை ஆராய்தல் 578
வெள்ளாட்டு அம்மை 889
வெளி 108
வெளியிடப்படும் ஆற்றலை அளவிடுதல் 270
வெளியீட்டு அமைப்பு 139
வெளியேற்றம் 776
வெற்றிட வீழ்படிவு முறை 106
வேக உற்பத்தி உலைகள் 485
வேதிப்பண்புகள் 157
அசெட்டிலின் 156
அசெட்டோன் 165
அம்மோனியா 892
வேதியல் உட்கூறு 160
வேதியல் குறிப்பு 869
வேதியல் பண்பு 774
வேதியியல் கட்டமைப்பு 19
வேதியியல் வகை 882
வேதிவினைகள் 155
வேறுபாட்டு பல்சக்கர அமைப்பு 17
வைத்தியத்திருப்புகழ் 37
வைனைல் அசெட்டேட் 177
ஸ்கேனிங் மின்னணு நுண்ணோக்கி 785
ஸ்டர்ஜன் 145
ஸின்சக்ரம் 121
ஜெம்டையால் 151
ஹிரோஷிமா மீது அணுகுண்டு வீசுதல் 602
ஹார்ட்ரி—ஃபோக் கணக்கீட்டு முறை 542
ஹார்ட்ரியின் அணுக் கணக்கீட்டு முறை 541
ஹிருடின் 201
ஹெமி அசெட்டால் 150
ஹெர்மிஷியன் அணி 401
ஹேபர் முறை 894
ஹைட்ரஜன் அணு நிற மாலை 677

கலைச்சொற்கள்

அச்சுக்கோப்பு : கணிப்பொறி

அக்கெர்மன் திருப்பமைப்பு	ackerman steering
அக்ரிலிக் இழைகள்	acrylic fibres
அக ஆற்றல்	Internal energy
அக ஊட்டமிட்ட இழைப்பொருள்கள்	Impregnated fibrous materials
அக எதிரொளிப்பு	Internal reflection
அக ஒட்டுண்ணி	Endoparasites
அக ஒலி	Infra sound
அகக் கட்டமைப்பு	Internal structure
அகச்சிவப்பு	Infrared
அகச்சிவப்பு அலை	Infrared wave
அகச்சிவப்பு உருவமாற்றுக் குழாய்	Infrared image convertor tube
அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்	Infrared rays
அகச்சிவப்புக் காணி	Infrared detector
அகச்சிவப்பு வானியல்	Infrared astronomy
அகச்சிவப்பு விளக்கு	Infrared lamp
அகட்டு நூல்	Core yarn
அகடு	Core
அகடு	Trough
அகணி	Medulla
அகதள உருள்வளை	Epitorchoids
அகம் ஊட்டல்	Impregnation
அகம் ஊட்டுதல், சுருணைகளின்	Impregnation of windings
அகல்சுருள், சுருளி	Spiral
அகல்பட்டைக் காட்சி வெளியீடு	Video display terminal
அகல்பட்டைத் துணி	Pyjamah cloth
அகலாங்கு	Latitude
அகலாங்கு விளைவு	Latitude effect
அகழ் எந்திரம்	Excavator
அகழ்தல்	Excavation
அகழ் வாரி எந்திரம்	Showel
அகன்ற கழிமுகம்	Estuary
அகன்ற கோணம்	Wide angle
அகன்ற வரிசை ஊடுபயிர் முறை	Strip cropping
அகனேசி வளைவு	Witch of agnesi
அங்க அடையாளம் காணல்	Personal identification
அங்கப்பாரிப்பு	Acromegaly
அங்கம்வெட்டல்	Amputation
அங்கவடி எலும்பு	Stape
அச்சடித்தல்	Printing
அச்சடி பள்ளம்	Counter
அச்சணி	Matrix
அச்சநோய்	Phobia
அச்சலைவு	Nutation
அச்சறைப்பெட்டி	Case
அச்சிட்ட மின்கம்பியமைப்பு	Printed wiring
அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள்	Printed circuits

அச்சியல் உச்ச சக்தி	Axial power peak
அச்சியலான, அச்சுவழி	Axial
அச்சு	Axis
அச்சு எழுத்துகள்	Printing types
அச்சுக் கட்டை	Block
அச்சுக் கம்பிகள்	Axial rods
அச்சுக் குறுக்கு நீள்கோளம்	Ceblate ellipsoid
அச்சுக் கோத்தல்	Composition of type
அச்சுக்கோப்பு அணிகள்	Print matrices
அச்சுச் சுழற்சி	Precession
அச்சுச் சூலமைவு	Axial placentation
அச்சுத் தகடுகள்	Printing plates
அச்சுத் தண்டு	Shaft
அச்சுத் தண்டு சமன்படுத்தல்	Shaft balancing
அச்சுத் துணி	Printers
அச்சு நெடுக்கு நீள்கோளம்	Prolate ellipsoid
அச்சுமுறச் சாய்சட்டம்	Galley rake
அச்சு முறுக்கு நூல்	Print grandrelle
அச்சு மேற்பரப்பு	Axial blanket
அச்சுவரித் தறிப்பி	Slug chopper
அச்சுவழிச் சக்திப் பகிர்வு	Axial power distribution
அச்சு, வார்ப்புச் செயல்முறைகள்	Mould, die processes
அச்செலும்புத் தொகுதி	Axial skeleton
அச்சொன்றிய வடம்	Coaxial cable
அசக்கி	Vibrator
அசவுணி	Aphid
அசெட்டிக் நீரிலி	Acetic anhydride
அசெட்டேட் இழை	Acetate fibre
அசெட்டைல் ஏற்றம்	Acetylation
அசெட்டைல் மதிப்பு	Acetyle value
அசைக்கும், அசைத்தல், அசைப்பு	Shaking
அசைபோடுதல்	Rumination
அசைபோடும் விலங்கு	Ruminant
அசையா முள்ளெலும்பு	Immovable vertebra
அசையும் முள்ளெலும்பு	Movable vertebra
அசை விதிகள்	Syllabyfication rules
அசோ சாயங்கள்	Azo dyes
அட்டவணை	Chart
அடக்கல்	Suppression
அடக்கி	Suppressor
அடக்கி வலை	Suppressor grid
அடர்த்தி	Density
அடி	Foot
அடிக்கோடு	Base line
அடிக்கோள்	Axiom
அடிக்கோளியலான	Axiomatic
அடித்தள உணவுண்ணி	Bottom feeder
அடித்தளப் பகுதி	Benthic region
அடித்தோல்	Dermis
அடிநிலை	Ground state
அடிநிலை முற்கோள்கள் அடிக்கூற்று	Premises
அடிப்பகுதி	Base
அடிப்பகுதி நுழைவு	Bottom entry

அடிப்படை அதிர்வெண்	Fundamental constraints
அடிப்படைக் கோட்பாடு	Basic principle
அடிப்படைகள்	Elements
அடிப்படைத் துகள்கள்	Elementary particles
அடிப்படை நெசவமைப்புக	Basic weaves
அடிப்படைப்புள்ளி விவரம்	Vital statistics
அடிப்படை மின்னூட்டம்	Elementary charge
அடிப்படை விதைகள்	Foundation seeds
அடிப் பின்தலை எலும்பு	Basi-occipital bone
அடிப்பு ,கிடிப்பு	knock
அடிமனை	Chassis
அடிமானம்	Foundation
அடிமின்முனை	Base electrode
அடியுரமிடுதல்	Basal dressing
அடிவளி மண்டிலம்	Troposphere
அடிவானத் தாழ்வு	Dip of the horizon
அடிவானத்தொலைவு	azimuth
அடுக்ககிகள்	Laminates
அடுக்கமைவு	Stratification
அடுக்கு	Power
அடுக்கு	Index
அடுக்குக்குறி	Exponent
அடுக்குக்குறிச் சமன்பாடு	Exponential equation
அடுக்குக் குறிச் சார்பு	Exponential function
அடுக்குச் சாகுபடி முறை	Tier system of cultivation
அடுக்குச் செய்தல்	Laminating
அடுக்குச்செவுள் மீன்	Elasmobranch fish
அடுக்குத்தொடர்	Power series
அடுத்தடுத்த வகைக்கெழு	Successive derivative
அடுதல்	Backing
அடுப்பின் துடிப்புகள்	Burner pulsation
அடை	Choke
அடைத்த பாய்வு	Throttled flow
அடைத்தல் நெரித்தல்	Throttling
அடைப் பண்பு	Closure
அடைப்பிதழ்	Valve
அடைபடாத	Unsaturated
அடையாள ஒளிவீசும் கருவி	Flare
அணுக்கருத் தற்சுழற்சி	Nuclear spin
அணுக்கருப் படிமம்	Nuclear model
அண்டக்கதிர்	Cosmic ray
அண்டக்குழாய்	Oviduct
அண்டக்கோட்பாடு	Cosmic theory
அண்டகம் அண்டச் சுரப்பி	Ovary
அண்டப் பிறப்பியல்	Cosmogeny
அண்டம்	Universe Ovum
அண்டமாக்கம்	Oogenesis
அண்டவியல்	Cosmology
அண்ட வெடிப்பு	Big bang
அண்டவெளி	Cosmic space
அண்டவெளிச் சிருடை	Space suit
அண்ண எலும்பு	Palatine bone
அண்ணிரகப் புறணி	Adrenal cortex

அண்ணிரகம்	Suprarenal gland, Adrenal gland
அண்மை அகச்சிவப்பு	Near infrared
அண்மைச் செய்மைக் கோடு	The line of upsides
அணி	Matrix Unit
அணி இயற்கணிதம்	Matrix algebra
அணிக் கோட்பாடு	Matrix theory
அணிக்கோப்பு	Lattice
அணிக்கோவை	Determinant
அணிச் சமன்பாடு	Matrix equation
அணிப் பெருக்கல்	Matrix multiplication
அணியின் தரம்	Rank of the matrix
அணி விசையியல், அணி இயக்கவியல்	Matrix mechanics
அணிவிப்பு	Cladding
அணிவிப்புப் பொருள்	Claddant
அணி நுண்கணிதம்	Matrix calculus
அணு	Atom
அணு அடுக்கு	Atomic file
அணு இயற்பியல்	Atomic physics
அணு உட்கரு	Atomic nucleus
அணு உடைப்பான்	Atom smasher
அணு உமிழ்வு அலைமாலை	Atomic emission spectrum
அணு உலை	Atomic reactor
அணு எடை	Atomic weight
அணு எண்	Atomic number
அணு ஒளிர் அலைமாலை	Atomic fluorescent spectrum
அணுக் கட்டமைப்பு	Atomic structure
அணுக் கடிகை	Atomic clock
அணுக்கத் தகவு	Zoom ratio
அணுக்கத் தகவு	Zoom ratio
அணுக்கரு அகவிசைகள்	Infra nuclear forces
அணுக்கரு அறிவியல்	Nuclear science
அணுக்கரு இடைவினை	Nuclear interaction
அணுக்கரு இயற்பியல்	Nuclear physics
அணுக்கரு ஈனுலை	Breeder reactor
அணுக்கரு உட்பகுதி	Nuclear core
அணுக்கரு உருமாற்றம்	Nuclear transmutation
அணுக்கரு உலை	Nuclear reactor
அணுக்கரு எரிபொருள்	Nuclear fuel
அணுக்கரு ஏவூர்தி	Nuclear rocket
அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு	Nuclear resonance
அணுக்கருக் காந்த ஒத்திசைவு	Nuclear magnetic resonance
அணுக்கருக் காரணி	Nuclear factor
அணுக்கருக் கூடுகள்	Nuclear constituents
அணுக்கருக் கொதிகலன் கூட்டமைப்பு	Nuclear boiler assembly
அணுக்கரு காந்த அலகு	Nuclear magneton
அணுக்கருச் சிதறல்	Nuclear scattering
அணுக்கருத் துகள்	Nucleon
அணுக்கருத் துகளியல்	Nucleonics
அணுக்கருத் தொகுப்பு	Nuclear synthesis
அணுக்கருத் தொடர்வினை	Nuclear chain reaction
அணுக்கரு நிறமாலையியல்	Nuclear spectroscopy
அணுக்கருப் பிணைப்பு	Nuclear fusion

அணுக்கருப் பிணைப்பு உலைகள்	Nuclear fusion reactors
அணுக்கருப் பிளப்பு	Nuclear fission
அணுக்கருப்பிளவுத் துண்டங்கள்	Nuclear fission fragments
அணுக்கருப் பிளவு தடுப்புநிலை	Nuclear fission barrier
அணுக்கரு மாற்றியம்	Nuclear isomer
அணுக்கரு மின் செறிவு	Nuclear charge
அணுக்கரு மின்னழுத்த ஆரம்	Nuclear potential radius
அணுக்கரு மின்னூட்டம்	Nucleon charge
அணுக்கரு மூலக்கூறுகள்	Nuclear constitutents
அணுக்கரு விசை	Nuclear force
அணுக்கரு வினை	Nuclear reaction
அணுக்கருவேதியியல்	Nuclear chemistry
அணுக்கல் விளைவு	Zooming effect
அணுக்க வில்லை	Zoom lens
அணுக் கற்றை	Atomic beam
அணுக்கொள்கை	Atomic theory
அணுகுகோட்டுக் கூம்பு	Asymptotic cone
அணுகுகோட்டுத் தொடர்	Asymptotic series
அணுகுகோடு	Asymptote
அணுகுண்டு	Atom bomb
அணுகுண்டு வெடிப்பு	Nuclear explosion
அணுகும் மின்னூட்டம்	Probing charge
அணுச்சிதைவுறுதல்	Atomic distintergration
அணுசக்தி உலைகள்	Nuclear power reactors
அணு நிறமாலை	Atomic spectra
அணுநிறையலகு	Atomic mass unit
அணுப்படிமம்	Atom model
அணுப்பிணைவு உலை	Fusion reactor
அணுப்பிணைவு முறை	Nuclear fusion process
அணுப்பிளவு	Atomic fission
அணுப்பிளவு உலை	Fission reactor
அணுப்பிளவுக் குண்டு	Atomic fission bomb
அணுப்பிளவு வினைமாற்றங்கள்	Nuclear fission reactions
அணுப்பொருளளவு அலகு	Atomic mass unit
அணு மாதிரிப் படிவம்	Atomic model
அணைசுருணை	Lap winding
அணைப்புச்சூட்டிணைத்தல்	Lap soldering
அணைவு	Lapping
அணைவு அயனி	Complex ion
அணைவு எண்	Coordination number
அணைவு எந்திரம்	Lapping machine
அணைவுச் சேர்மம்	Coordination compound
அணைவுப் பிணைப்பு	Coordinate bond
அணைவு வேதியியல்	Coordination chemistry
அதிஅணுக்கரு	Hypernucleus
அதிஅழுத்த	Hyperbaric
அதிஅழுத்த ஆக்சிஜன் அறை	Hyperbaric oxygen chamber
அதி இயல்தளம்	Transcendental plane
அதி ஊடை சாய்வரித்துணி	Canton
அதிஒலியியல்	Supersonic
அதிஒலிவேகப் பறத்தல்	Supersonic flight
அதிடிரைட்டான்	Hypertriton
அதிர்ச்சி	Shock

அதிர்ச்சி ஏற்பி	Shock absorber
அதிர்ச்சி ஏற்பு	Shock absorption
அதிர்ச்சி தனிப்படுத்தல்	Shock isolation
அதிர்ச்சி தாங்கமைப்பு	Shock mount
அதிர்ச்சி தாங்கி	Shock absorber
அதிர்சட்டம்	Reed
அதிர்தளம்	Vibration table
அதிர்வி	Vibrator
அதிர்வியக்கம்	Vibrational motion
அதிர்வியகம்	Vibrator housing
அதிர்வு	Vibration
அதிர்வு அளவி, அதிர்வு உணரி	Vibration pickup
அதிர்வுத் துளைப்பு	Vibration drilling
அதிர்வு தனிப்படுத்தல்	Vibration isolation
அதிர்வு முறை	Mode of vibration
அதிர்வுறா நிலை	Stationary state
அதிர்வெண், அலைவெண்	Frequency
அதிவலி உணர்மை	Algesia
அதிவளையம்	Hyperboloid
அதிவளைவு	Hyperbola
அபிரகிகள்	Micanites
அமில ஏற்புள்ள	Acidophilic
அமில கார சமன்பாடு	Acid base balance
அமில குளோரைடு	Acid chloride
அமிலத் தேக்கம்	Acidosis
அமிலம்	Acid
அமில ஹாலைடு	Acid halide
அழுக்கக்காற்று	Compressed air
அழுக்கத்தன்மை	Compressibility
அழுக்கம்	Compression
அழுக்கவிகிதம்	Compression ratio
அழுக்கி	Compressor
அழுங்காத	Incompressible
அமைதிமண்டலம்	Doldrums
அமைப்பு தொகுதி முறை	System
அமைப்பு நிறுவனம்	Organisation
அமைப்பு வடிவ அமைப்பு	Configuration
அமைனோஅமில நீரிழிவு	amino aciduria
அய்ட்ரஜன்	Hydrogen
அய்ட்ரஜன் ஆக்கம்	Hydrogen production
அய்ட்ரஜன் குண்டு	Hydrogen bomb
அய்ட்ரஜன் பிணைப்பு	Hydrogen bond
அய்ட்ரஜன் வட்டம்	Hydrogen cycle
அயற்பண்புடைய குவார்க்குகள்	Exotic quarks
அயனசலனம் அச்சாட்டம்	precession
அயனி	Ion
அயனிக் கலங்கள்	Ionisation chambers
அயனிக் கூட்டம்	Ion crowd
அயனித் திண்மப்பொருள்	Ionic solids
அயனிப் பரிமாற்றம்	Ion exchange
அயனிப்பிணைப்பு	Ionic bond
அயனி மண்டலம்	Ionosphere
அயனியாக்க நிலை	Ionisation state

அயனியாக்கம்	Ionisation
அரிதாரம்	Oripiment
அருமண் உலோகம்	Rare earth metal
அருமண்கள்	Rare earths
அரை அலகிகள்	Half beaks
அரை ஆயுள் காலம்	Half life period
அரைக்கடத்தி	Semiconductor
அரைக் குற்றச்சு	Semi minor axis
அரை நெட்டச்சு	Semi major axis
அரைப்பாலை	Grinding mill
அரைப்பு அமைப்பு வெளியீடு	Mill system output
அரைவரித்திரை	Halftone screen
அரை வரிநிலைப் படக்கட்டை	Half tone block
அரைவை ஆலை அரைப்பாலை	Mill
அல்காப்டன் நீரிழிவு	Alcaptonuria
அல்கைலேற்றிகள்	Alkylating agents
அல்லி இணையாப் பிரிவு	Polypetalae
அல்லி ஒட்டிய	Epipetalous
அலகிடுவான்	Scanner
அலகு	Beak Unit
அலகு அணி	Unit matrix
அலகுகுத்தல்	Acupuncture
அலசுதல்	Leaching
அலை எண்	Wave number
அலை எந்திரவியல், அலை இயக்கவியல்	Wave mechanics
அலை எழுச்சி	Surge
அலைச் சமன்பாடு	Wave equation
அலைச்சார்பு	Wave function
அலைப்பெட்டகம்	Wave packet
அலைபரப்பு நிலையம்	Transmitting station
அலைமாலை	Spectrum
அலைமாலை காட்டி	Spectroscope
அலைமுறிவு	Diffraction
அலை முனைவாக்க நுண்ணோக்கி	Wave polarised microscope
அலை முனைவாக்கம்	Wave polarization
அலைவிசையியல்	Wave mechanics
அலைவியற்றி	Wave generator
அலைவியற்றி	Oscillator
அலைவீச்சு	Amplitude
அலைவு	Oscillation
அலைவுக் கோட்பாடு, அலைதல் கோட்பாடு	Fluctuation theory
அலைவெண்	Frequency
அழுக்கு நீக்கி	Detergent
அழுத்த அனல்கலம்	Autoclave
அழுத்தக்கலன்	Pressure vessel
அழுத்த நீர் உலை	Pressurized water reactor
அழுத்த மானி	Manometer
அழுத்த மின்சாரம்	Piezo electricity
அழுத்த மின்படிகம்	Piezo electric crystal
அழுத்தமின் விளைவு	Piezo electric effect
அள்ளுகள்	Interlacings
அளபுரு	Parameter
அளவன்	Scalar

அளவி	Meter
அளவிடு எல்லை	Range of measurement
அளவிப் பலகை	Meter board
அளவிலி	Infinity
அளவீடு செய்தல்	Calibration
அளவு சுருக்கல்	Size reduction
அளவுத் துண்டு	Gauge block
அற்றுப்போதல்	Extinction
அறிதல்	Cognition
அறிதல் செயல்பாடு	Cognitive activity
அறிவுரை சார்பு	Advise function
அறுதல் நீட்சி	Breaking elongation
அறுதிநிலை உறுதிப்பாடு, நெகிழ்வலிமை	Yield strength
அறுவைச் சிகிச்சை	Surgical operation
அறை வெடிக்கனி	Loculicidel capsule
அனல் வகை	Thermal type
அணுக்கருநிலைகள்	Nuclear states
அனைத்துண்ணி	Omnivore
ஆக்கி	Generator
ஆக்சிஜன் அற்ற நிலை	Anoxic anoxia
ஆக்சிஜன் இறக்கம்	Reduction
ஆக்சிஜன் ஏற்றம்	Oxidation
ஆக்சிஜன் குறை இரத்தம்	Anoxemia
ஆக்சிஜனேற்ற இணைப்பு	Oxidative coupling
ஆட்டக் கோட்பாடு	Theory of games
ஆடி அணுக்கரு	Mirror nuclei
ஆதாரவிதைகள்	Basic seeds
ஆப்பு	Quoin
ஆம்பியர் அளவி, அம்மீட்டர்	Ammeter
ஆய்வு உலை	Research reactor
ஆய்வுச்சார்பு	Test function
ஆயச்சுழி, தோற்றம்	Origin
ஆயம்	Co-ordinate
ஆரச் சமச்சீர் அமைப்பு	Radial symmetry
ஆரத்தூரம்	Radial distance
ஆரப்போக்குக் குவாண்டம் எண்	Radial quantum number
ஆரம்	Radius
ஆரவிசை	Radial force
ஆரை	Radial
ஆல்டால் குறுக்கவினை	Aldol condensation
ஆல்பா அலைகள்	Alpha waves
ஆல்பா துகள்	Alpha particle
ஆல்புமின் மானி	Albumino meter
ஆலை	Plant
ஆவி	Vapour
ஆவி உறை	Gas cover
ஆவியாக்கக்கலன்	Evaporator
ஆவியாக்குதல்	Volatilising
ஆழ்கடல்	Deep sea
ஆழ்கடல் படுகைப் பகுதி	Archibenthic zone
ஆழ்கடல் பூந்தோட்டம்	Submarine garden
ஆழ்கடல் வடங்கள்	Submarine cables
ஆழ்பகுதி	Abyssal zone

ஆற்றல்	Energy
ஆற்றல் உறிஞ்சி	Power absorber
ஆற்றல் குன்றிய விசை, மெலி விசை	Weak force
ஆற்றல் நிலை	Energy state
ஆற்றல் நிலைகளின் வரிசை	Order of energy states
ஆற்றல் மட்டப் பிரிவாக்கம்	Splitting of energy levels
ஆற்றல் மட்டம்	Energy level
ஆற்றல் மாற்றி	Transducer
ஆற்றல் வடிவமாற்றி	Transducer
ஆற்றல் வாய்ந்த மாறிகள்	Dynamical variables
ஆற்றல் வேறுபாடு	Energy difference
ஆற்றுச் சூழலமைப்பு	River ecosystem
அன்ட்ரம் எடுப்பு	Antroctomy
இசைக்கவை	Tuning fork
இசைவுச் சுற்றுகள்	Tuned circuits
இட அமைவுத் தாங்கிக்கோல்	Spacer support rod
இட இயல்பு இடவிளக்கம்	Topography
இடச்சுற்றுப்புற ஆய்வு	Environmental review
இடத்தியல்	Topology
இடப்பெயர்ச்சி	Dislocation
இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம்	Translational motion
இடப்பெயர்ச்சி உணரி	Displacement pick up
இடமாற்று மோதுகை	Transfer collision
இடர்காப்பு உதவி	Relief
இடர்காப்பு உதவி	Relief
இடர்காப்பு உதவிக்கான வால்வுகள்	Relief valves
இடுக்கி உறுப்பு	Pedicellaria
இடுக்கிச் சேர்மங்கள்	Chelate complexes
இடுக்குவாளி	Clamshell
இடுக்குவாளி எந்திரம்	Clamshell type
இடுப்புத் துடுப்பு	Pelvic fin
இடுப்பு முள்ளெலும்பு	Lumbar vertebra
இடுப்பு வளையம்	Pelvic girdle
இடுப்பெலும்பு இணைப்பு	Symphysis pelvis
இடை அச்செழுத்து வகை எந்திரம்	Intertype machine
இடை இரத்தக்குழல் வழித் தட்டு	Interhaemal plate
இடை உடற்பகுதி	Mesosoma
இடை உயிர் ஊழி	Mesozoic era
இடைத்திரை அழுத்தமானி	Diaphram gauge
இடை நரம்பியல் தட்டு	Interneural plate
இடைநிலை	Medium
இடைநிலை உயிரணுக்கள்	Interstitial cells
இடைநிலை உலை	Intermediate reactor
இடைநிலை எடை ஆடைகள்	Medium weight fabrics
இடைநிலைப்பொருள்	Intermediate
இடைப்பட்ட சேமிப்பு	Interim storage
இடை முள்ளெலும்பு வளையங்கள்	Inter-vertebral discs
இடையீட்டு வினை	Interact
இடைவெளிச் சட்டங்கள்	Spacer grid
இடைவெளி மண்டலம், உடுக்கண	Inter steller space
இணக்கம்	Adapatation
இணை	Parallel
இணை அச்சு	Conjugate axis

இணை இதழ்	Lobe
இணைக்காரணி	Co-factor
இணைசேர்தல்	Pairup
இணைத் தோற்றம்	Pair production
இணை தற்சுழற்சி	Parallel spin
இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்	Valence electron
இணைந்த வார்ப்புத்தட்டு	Tie plate casting
இணை நோக்கி	Binocular
இணைப் பருப்பொருள் ஆக்கம்	Pair production
இணைப்பி	Switch
இணைப் பிணைப்பு	Co valent bond
இணைப்பு	Coupling
இணைப்பு	Attachment
இணைப்புக் கோல்	Tie rod
இணைப்புச் சேர்மங்கள்	Covalent compounds
இணைப்புத்தண்டு	Connecting rod
இணைப்புப் பாலச் சூழினங்கள்	Bridge type ligands
இணைப்பு மாறிலி	Coupling constant
இணைப்பு விசை	Binding force
இணையுறுப்பு எலும்புத் தொகுதி	Appendicular skeleton
இணையூட்டு	Interlock
இணைவாழ்க்கை	Symbiosis
இதய உறை	Pericardium
இதய ஒலிப்பேசி	Cardiophone
இதயக் கிளர்ச்சி மருந்து	Cardiac stimulant
இதயச் சுருங்கல்	Systole
இதய சிகிச்சை வல்லுநர்	Cardiologist
இதயத் தசை	Cardiac muscle
இதயத் துடிப்பு வரையும் கருவி, நெஞ்சலைவரை	Cardiograph
இதய விரிவு	Diastole
இயக்க அலைவெண் இடைவெளி	Operating frequency range
இயக்க ஆற்றல்	Kinetic energy
இயக்க இடைவெளி	Operating range
இயக்கக் கட்டுப்பாடு	Reactivity control
இயக்கம்	Operation
இயக்கும் குழாய்கள்	Guide tubes
இயக்கு விசை	Operating force
இயங்ககலம்	Tread
இயங்கமைப்பு	Mechanism
இயங்கு ஆற்றல்	kinetic energy
இயங்கு இடைவெளி	Operating range
இயங்குசமநிலை	Tautomerism
இயங்கு சுமைகள்	Dynamic loads
இயங்கு சுருள்	Moving coil
இயங்கு நிலை	Dynamic
இயங்கு பாதை இருப்புவளை	Locus
இயங்கும்பொருள்	Reactant
இயல்பாற்றல்	Entropy
இயல்பான	Inherent
இயல்பான ஊடுருவல்	Classical diffusion
இயல்பு	Normal
இயல்பு வளிமம்	Real gas

இயற்கணித இடத்தியல்	Algebraic topology
இயற்கணிதக் கோவை	Algebraic expression
இயற்கை அலைவெண்	Natural frequency
இயற்கை எரிவாயு	Natural gas
இயற்கை வரலாற்றியல்	Natural history
இயற்பியல் குணங்கள் புற இயல்புகள்	Physical properties
இயற்பியல்சார்ந்த புற நிலை	Physical
இரட்டை	Couple
இரட்டை எண்கள்	Even numbers
இரட்டை ஒத்ததிர்வு முறை	Double resonance mechanisms
இரட்டைப் பிணைப்பு	Double bond
இரட்டைப் பிறவிகள்	Twins
இரட்டைப் புணிக் கைத்தறி	Two harness loom
இரட்டையர்கள்	Binaries
இரட்டைவிண்மீன்	Double star
இரட்டை வெட்டு	Double cut
இரண்டாம் நிலை விளைவு	Secondary effect
இரண்டு தூவு வளையக்கலங்கல்	Two ring sparges
இரத்த உறைவெதிர்ப்பி	Anti coagulant
இரத்த ஒழுக்கு	Bleeding
இரத்த ஓட்டம்	Blood circulation
இரத்தக்கட்டி	Haematoma
இரத்தக் குழல்வழி வளைவு	Haemal arch
இரத்தச் சுற்றோட்ட மண்டலம்	Blood circulatory system
இரத்தச்சோகை	Anaemia
இரத்தத்துடுப்பு	Blood fin
இரு உதடுகளைக் கொண்ட	Bilabiate
இரு உருவத்தன்மை	Dimorphism
இருக்கைப் புள்ளி	Saddle point
இருகூறு இணைப்பு	Flanged joint
இருகை ஆற்றல்	Amphidexerity
இரு சமப்பிளவு	Binary fission
இருசு	Axle
இருண்ட தொடக்கம்	Black start
இரு தகடு அதிவளையகம்	Hyperboloid of two sheets
இருதுருவ மின்வாய்கள்	Bipolar electrodes
இருப்புக்கோடு	Line of position
இருபக்க கிளைத்தக்க சைம்	Dichasial cyme
இருபக்கச் சமச்சீருடைய	Zygomorphic
இருபக்கச் சமச்சீரமைப்பு	Bilateral symmetry
இருபடி	Quadratic
இருபடி உருமாற்றம்	Quadratic transformation
இருபடி புறப்பரப்பு	Quadratic surface
இருபடி புறப்பரப்பு	Quadric surface
இருபடை நெசவு	Twill
இருபாலி	Hermaphrodite
இருமட்ட	Didynamous
இருமலடக்கி	Anti tussive
இருமாறிகள்	Bivariate
இருமுனை	Dipole
இருமுனைய அமைப்புகள்	Diode devices
இருமுனையங்கள்	Diodes
இருமை	Duplex

இருவரி நிழற் பதங்கள்	Duotone
இருவாழ்விகள்	Amphibians
இலக்கக்காட்சி	Digital display
இலக்கமுறைக் கணிப்பொறி	Digital computer
இலக்கமுறைப் பெட்டகங்கள்	Digital modules
இலக்கு	Target
இலக்குப் பரப்பு	Target area
இலக்குப் பொருள்	Target material
இலெப்லாஸ் விரிவு	Laplace expansion
இலைக்கோணங்கள்	Axils
இலைப்பேன்கள்	Thrips
இலையடிச்சிதல்	Stipule
இலையுதிரா	Evergreen
இலை விற்சுருள்	Leaf spring
இழப்புக் கூம்பு	Loss cone
இழு எந்திரம்	Tracter
இழுக்கப்பட்ட நிலை	Stretched state
இழுகலன்	Winch drum
இழுப்பு விசை	Attractive force
இழுவட வகை	Dragline type
இழுவட வாளி	Dragline bucket
இழுவலிமை	Tenacity
இழை	Fibre
இழைக்கரடு	Tow
இளரி	Nymph
இளவுயிரி வேற்றிளவுயிரி	Larva
இறகு இதழ்கள்	Wing petals Alae
இனங்காணல்	Identification
இனச்செல்	Gemete
இனச்செல் உறுப்புகள்	Gonads
இனத்துளை மூடி	Genital operculum
இனப்படைத் திசு	Germinal epithelium
இனப்பெருக்கக் காலம்	Breeding season
இனப்பெருக்கம்	Breeding
இனம்	Species
இணையாக்கப்பட்ட	Collimated
ஈயப்புறணி	Lead sheath
ஈர்ப்பு நடுவிசை	Attractive central force
ஈர்ப்பு வகை	Attraction type
ஈர்ப்பு விசை	Gravitational force
ஈரடுக்கு	Square
ஈரப்பதம்	Moisture content
ஈரப்பதமூட்டல்	Humidification
ஈரமீட்பு	Moisture regain
ஈரமுள்ள இடங்கள்	Humid locations
ஈரல் பை	Haepatic sac
ஈருறுப்புத்தொடர்	Binomial series
ஈவு	Quotient
ஈற்றுப் பலகைகள்	Terminal boards
ஈனால் அமைப்பு	Enol structure
ஈனுப் போர்வை	Breeding blanket
ஈனுலை	Breeding reactor
உகந்த ஈரப்பசை	Optimum moisture

உகப்பு நிலை	Optimal
உகப்புநிலைக் கட்டுப்பாட்டுக் கோட்பாடு	Optimal control theory
உகப்பு நிலைப்படுத்தல்	Optimisation
உச்ச எண்கள்	Peaking factors
உச்சப்பிணைப்பு இயக்கம்	Largest fusion reaction
உச்சி	Vertex
உச்சி காரை	Acromio dacicular
உச்சி மண்டை எலும்பு	Parietal bone
உச்சி மண்டைத் துளை	parietal foramen
உச்சி வட்டம்	Meridian
உட்கவர்தல் உறிஞ்சல்	Absorption
உட்காயம்	Contusion
உட்குழிவு	Invagination
உட்கொள்ளளவு	Intake
உட்சுழல்	Medical rotation
உட்சுழற்றல்	Circumduction
உட்செல்குழாய்	Afferent vessel
உட்செறி மூலம்	Latent root
உட்பகுதித் தட்டு	Core plate
உட்புற அமைப்பு	Core configuration
உட்புறச் சக்தி உச்ச எண்	Local power peaking factor
உடல் உயிரணுக்கள், உடல் செல்கள்	Somatic cells
உடல் கண்டம்	Body segment
உடல் முள்ளெலும்பு	Trunk vertebra
உடற்குழி	Coelomic cavity (Coelom)
உடற்குழிப்பை	Coelomic sac
உடற்சுவர்	Body wall
உடுக்கண	Stellar
உடுக்கணச் சேர்க்கை	Stellar association
உடுக்கணத்து இடை ஆற்றல்	Interstellar energy
உடுக்கணத்து இடைமுகில்	Interstellar cloud
உடுக்கணத்து இடைவெளி	Interstellar space
உடுக்கணத்து இடைவெளிப் பொருள்	Interstellar matter
உண்ணி இசிவு	Tick paralysis
உண்ணிகள்	Ticks
உண்மை விலா எலும்புகள்	True ribs
உணர் அடிவானம்	Sensible horizon
உணர் இழைகள்	Barbels
உணர் கருவி	Detector
உணர்கொம்பு, உணர்சட்டம்	Antenna
உணர்கொம்புச் சுரப்பி	Antennary gland
உணர்ச்சி நரம்புச் செல்	Neuro sensory cell
உணர்ச்சியின்மை	Apathy
உணர் நரம்பு	Sensory nerve
உணர் நீட்சி	Tentacle
உணர்மை	Sensitivity
உணரிகள்	pick ups
உணருறுப்பு	Sensing element
உணவாக்கு உயிரிகள்	Producers
உணவுக் குழல்	Oesophagus
உணவுச் செல்கள்	Nutritive cells
உணவுத் தொடர்	Food chain
உணவுப்பாதை	Alimentary canal

உதட்டழற்சி	Cheilitics
உதரவிதானம்	Diaphragm
உந்தத்தின் திருப்புத் திறன்	Moment of momentum
உந்தம்	Momentum
உப்புத் தன்மை, உவர்மை	Salinity
உமிழ்தல்	Emission
உமிழ்நீர் குழல்	Salivary channel
உமிழ்வியின் பரப்பு	Emission area
உமிழி	Emitter
உய்ய நிலை	Critical state
உய்யநிறை	Critical mass
உயர் அதிர்வு	High frequency
உயர் அழுத்தம்	High pressure
உயர் ஆற்றல் முடுக்குப்பொறி	High energy accelerations
உயர் எண் மெல்லிய ஆடைகள்	High count sheer
உயர் ஓதம்	High tide
உயர் செறிவூட்ட யுரேனியம்	Higher enrichment uranium
உயர்த்திகள்	Elevators
உயர்திறன் துடிப்பு	High power pulse
உயர் புடைப்பு	High bulk
உயர்மாற்று வீதத்தொடர்பு	High conversion ratio
உயர் வரம்பு ஆற்றல்	End point energy
உயர்வெப்பக் கடத்துதிறன்	High thermal conductivity
உயர விளைவு	Altitude effect
உயரளவு நியூட்ரான் பிடிவீதம்	High neutron capture rate
உயிர் இயற்பியல்	Bio physics
உயிர்க் காரணிகள்	Biotic factors
உயிர்க் கோளம், உயிர்மண்டலம்	Biosphere
உயிர்ச்சத்து வினை எதிரிகள்	Antivitamins
உயிர்வேதியியல்	Biochemistry
உயிர்வேதியியல் வினை	Biochemical reaction
உயிரணு	cell
உயிரணுப் பகுப்பு	Cell division
உயிரி	Organism
உயிரியல் சேர்க்கை	Biosynthesis
உயிரியல் மூலக்கூறு	Biomolecule
உயிரியற் கவசம்	Biological shield
உயிரிலிக் காரணி	Abiotic factor
உயிரிவழிக் கட்டுப்பாடு	Biological control
உயிரிழையப் பரீட்சை	Biopsy
உயிரின ஒளிவிடல்	Bioluminescence
உயிரினக்கால அளவியல்	Biometry
உயிரினச் சோதனை	Bio assay
உயிரோட்டக் குறிப்பினூட்டம்	Bio feed back
உரசல்	Attrition
உரசிணைப்பி	Clutch
உராய்வு	Friction
உராய்வுத் தேய்வு சிராய்ப்பு	Abrasion
உரிமம்	Licence
உரிமைப்படிகள்	Degrees of freedom
உருக்குலைவு	Distortion
உருகிய உப்பு நிலை	Molten salt reactor
உருண்டை புழுக்கள்	Round worms

உருத்திரிபு, உருக்குலைவு	Distortion
உருப்பெருக்கம்	Magnification
உருவ அமைப்பு வினை	Configuration interaction
உருவக்குறிகள்	Figures
உருலி	Pincer
உருள்தடம்	Crawler
உருளி	Roller
உருளை	Cylinder
உருளைச் சாய்சட்டம்	Roller rake
உலக்கை	Ram
உலர் கண்	Xerophthalmia
உலர் காய்ச்சி வடித்தல்	Dry distillation
உலர் குழிக்கருவிக் குழாய்	Dry well instrument tube
உலர்த்தும் கட்டமைப்பு	Dryer assembly
உலரவைக்கும் கிணறு	Dry well
உலை	Reactor Furnace
உலை உட்பகுதி	Core reactor
உலை உட்பகுதிக்கள கருவி	Incore instrument
உலைக் கட்டுப்பாடு	Reactor control
உலைக்குழாய்ப் பொறி	Reactor pump
உலைக் குளிர்விப்பான்	Reactor coolant
உலைக் கட்டமைப்பு	Reactor assembly
உலைப் பாதுகாப்பு	Reactor safety
உலோக ஆக்சைடு	Metal oxide
உலோக உப்பு	Metallic salt
உலோக கலன்	Metal vessel
உலோகத் தளர்ச்சி, உலோக அயர்வு	Metallic fatigue
உலோகம்	Metal
உலோக மூலம்	Metallic ore
உள்	Medial
உள் அணுக்கருத் துகள்	Subatomic particle
உள் உறுப்புகள்	Internals
உள் எரி இயந்திரம்	Internal combustion engine
உள்தருகை, உள்ளீடு	Input
உள்நோக்கி அழுத்தும் விசை	Impulsion force
உள்நோக்கி வெடித்தல் அலை	Impulsion waves
உள்பக்கப்புறத்தோல்	Inner epidermis
உள்ளுறுப்புச் சட்டகம்	Splanchnocranium
உள்வட்டப்பாதை	Innermost orbit
உள்வாங்கல்	Adduction
உள் வெப்பப்புள்ளி	Local hot spot
உள்ளகம்	Core
உள்ளகமற்ற	Coreless
உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சி	Intrinsic spin
உள்ளியக்கம்	Internal structure
உள்ளீடற்ற	Hollow
உள்ளுறுப்புத்தன்மைகள்	Anatomical characteristics
உள்ளுறை	Lining
உள்ளுறை வெப்பம்	Latent heat
உள்ஓடு	Endocarp
உளக்கிளர்ச்சி	Emotion
உருவை	skate
உளைச்சல்	Fluctuation

உற்பத்தி உலை	Breeder reactor
உறழ்வு	Inertia
உறிஞ்சகங்கள்	Sinks
உறிஞ்சல்	Absorption
உறிஞ்சல் அடி	Suction stroke
உறிஞ்சி	Sucker
உறுதிநிலைப்பட்ட கண்ணாடி	Stabilized mirror
உறுப்பு	Organ
உறை சுவர் தொழில் நுட்பம்	Freeze wall technique
உறைதல் எதிர்ப்பி	Anti coagulant
உறைபனிக்காலம்	Ice age
உணவுக் குழல் தளர்ச்சி	Achalasia
ஊக்கி	Stimulant
ஊட்டச் சத்து	Nutrient
ஊட்டப் பிரிவு	Charge separation
ஊட்டி	Feeder and mill system
ஊட்டி அமைத்த நிலைகள்	Feeder settings
ஊட்டுத் தொடர்பு	Feed streams
ஊடகம்	Medium
ஊடாட்ட	Reciprocal
ஊடுகலப்பு அழுத்தம்	Osmotic pressure
ஊடுகலப்புச் சகிப்பு உயிரி	Poikilosmotic animal
ஊடுகலப்புச் சீராக்க உயிரி	Homoiosmotic organism
ஊடு கலப்புச் சீராக்கம்	Osmoregulation
ஊடுகலப்பு வறட்சி	Osmotic desiccation
ஊடு பயிர் முறை	Inter cropping
ஊடுருவல்,பரவுதல்,விரவல்	Diffusion
ஊடுருவு திறன்	Penetrability
ஊடைக்கம்பம்	Filling rib
ஊர்வன	Reptiles
ஊருண்ணி	Carnivore
ஊன்பசை	Gelatine
எஃகு வடம்	Steel rope
எக்கிகள்	Pumps
எக்ஸ் கதிர்	X rays
எக்ஸ் கதிர் அலை	X ray wave
எச்சரிக்கை அமைப்புகள்	Alarm systems
எடுகோள்	Postulate
எடை அணை	Gravity dam
எண் அடர்த்தி	Number density
எண்கோட்பாடு	Number theory
எண்ணி	Counter
எண்ணெய் அடுப்புகள்	Oil Burners
எண்ணெய் வண்ணங்கள்	Oil paints
எண்பிப்பு	Proof
எதிர்	Nagative
எதிர் இணை	Anti parallel
எதிர் இணை தற்சுழற்சி	Anti parallel spin
எதிர் உலகம்	Anti world
எதிர் ஒலி	Echo
எதிர்ச்சீர்மை	Antisymmetry
எதிர்த் துகள்	Anti particle
எதிர் திருப்புத் திறன்	Negative moment

எதிர் நிகழ்வு	Reverse phenomenon
எதிர் நியூட்ரினோ	Anti neutrino
எதிர்பலித்தல்	Reflection
எதிர்பலிப்பு வகை	Reflector type
எதிர்பொருள்	Antimatter
எதிர் மதிப்பு	Negative value
எதிர்மறைத் துகள்	Anti particle
எதிர் மின் அயனி	Negative ion
எதிர்மின் கதிர் அலைவு வரைவி	Cathode ray oscillograph
எதிர் மின்தடை	Negative resistance
எதிர்மின் பயான்	Negative pion
எதிர்மின்வாய்	Cathode
எதிர்மின்னேற்றம்	Negative charge
எதிரொலி குறிப்பலை	Echo signal
எந்திர அணைவு	Machine lapping
எந்திரக் கருவி	Machine tool
எந்திரச் சீர்செய்த	Machine finished
எந்திரமுறை அச்சுக்கோப்பு	Machine composing
எமல்சன் தொட்டி	Emulsion chamber
எரிஉருளை	Combustion cylinder
எரிபொருள்	Fuel
எரிபொருள் அகவிலைக் கூறு	Fuel cost factor
எரிபொருள் உருண்டை	Fuel pellet
எரிபொருள் கற்றை	Fuel bundle
எரிபொருள் கட்டமைப்பு	Fuel assembly
எரிபொருள் சுழற்சி	Fuel cycle
எரிபொருள் மாற்றம் செய்தல்	Refuelling operation
எரிபொருள் மாற்றுக்கூறு எண்	Fuel conversion factor
எரிபொருள் வடிவமைத்தல்	Fuel fabrication
எரிபொருளிடும் எந்திரம்	Fuelling machine
எரியும் கருவி	Combustible device
எரிவெளி	Combustion space
எல்லைக்குட்பட்ட,வரம்புடைய	Finite
எலும்பழிக்கலம்	Osteoclast
எலும்புக்கட்டி	Osteoma
எலும்புக்குழி	Socket
எலும்புக்கூடு	Skeleton
எலும்புச் சத்து	Bone meal
எலும்புத் தகடு	Bony plate
எலும்புப் புற்று	Osteoblastema
எலும்பு மண்டலம்	Skeletal system
எலும்பு மஜ்ஜை	Bone marrow
எலும்பு மீன்கள்	Bony fishes
எலும்பு முறிவு	Fracture
எலெக்ட்ரான் ஏற்பி	Electron acceptor
எலெக்ட்ரான் பிடிபடல்	Electron capture
எலெக்ட்ரான் முகில்படலம்	Electron cloud
எலெக்ட்ரான் வழங்கி	Electron donor
எலெக்ட்ரானியல்	Electronics
எலெக்ட்ரானின் மின்னேற்றம்	Electronic charge
எழுச்சிநிலை	Surge point Pulsation
எழுசுருள்,சுருளை	Helical
எழுத்தச்சு முறை	Letter press

எறிபொருள்	Projectile
ஏட்டறை	Omasum
ஏந்திகள்	Carriers
ஏவுகணை	Missile
ஏவூர்தி	Rocket
ஏற்பான், ஏற்பி	Acceptor absorber
ஏற்பு நரம்பிழைகள்	Afferent fibres
ஏற்புவாய்	Collector
ஏற்றறை	Auricle
ஏற்றி	Pump
ஏற்று ஒந்தி	Crane hoist
ஏறு நரம்புக் கற்றைகள்	Ascending tracts
ஐகன் திசையம்	Eigen vector
ஐகன் மதிப்பு	Eigen value
ஐகன் மூலம்	Eigen root
ஐசோசீரமைவு	Isospin symmetry
ஐசோதற்சுழற்சி	Iso spin
ஐந்து ஆரச்சீரமைப்பு	Pentaradial symmetry
ஒட்டுண்ணி	Parasite
ஒட்டுண்ணிக்கொல்லி	Parasiticide
ஒட்டுப்பசை	Mucus
ஒட்டுறவு	Correlation
ஒட்டுறுப்பு	Suckers
ஒடுக்கக்கலம்	Dashpot
ஒடுக்கி	Damper
ஒண்பட்டு	Satin
ஒண்முகிற்படலம்	Nebula
ஒத்ததிர்வு	Resonance
ஒத்த பல்லுறுப்பிகள்	Copolymers
ஒத்திசைவு	Resonance
ஒத்தியக்க	Synchronising
ஒத்தியங்கு திருத்தி	Synchronous rectifier
ஒப்படர்த்தி	Specific Gravity
ஒப்புமை	Parity
ஒப்புமை நிலைத்த தன்மை, சார்பு நிலைப்பு	Relative stability
ஒப்புருவாக்கம்	Simulation
ஒப்புறுப்பியல்புத் தீவுகள்	Island of isomers
ஒருங்கமை சமன்பாடு	Simultaneous equation
ஒருங்கிணைந்த	Confluent
ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடு	Unified theory
ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகள்	Integrated circuits
ஒருங்கிணைப்புவரை	Coordinatograph
ஒருங்கிணை பொருண்மை அலகு	Unified mass unit
ஒருங்கிணைவு	Coherence
ஒருங்கிணைவுப் படிமம்	Unified model
ஒருங்கே ஒட்டல்	Toe out
ஒரு தகடு அதிவளையகம்	Hyperboloid of one sheet
ஒரு நோக்கு வேதிய மாற்றம்	Non reversible chemical change
ஒருபடிச்சேர்மானம்	Linear combination
ஒருபடித்தற்ற	Inhomogenous
ஒரு பூவிதழ் வட்டம்	Monochlamydeae
ஒருமைய	Concentric

ஒருவழிக் கதவு	Valve
ஒருவழித் திறப்பு	Valve
ஒலி	Sound
ஒலி நெடுக்கம்	Acoustic range
ஒலியின் திறன்	Acoustic power
ஒலிவாங்கி	Microphone
ஒலி விரைவு	Sonic velocity
ஒவ்வா நடைமுறை	Abnormal behaviour
ஒவ்வாமை	Allergy
ஒழுங்கு அறுகோணம்	Regular Hexagon
ஒழுங்குமுறை	Order
ஒள்பட்டு	Sateen
ஒளி	Light
ஒளி ஆண்டு	Light year
ஒளி இழை விளக்குகள்	Incandescent lamps
ஒளி எதிர்மின்வாய்	Photo cathods
ஒளி எழுத்து வரைமுறை	Phototypography
ஒளிக்கதிர்	Light ray
ஒளிச் சிதறல்	Light scattering
ஒளிச்சிதைவு	Photo disintegration
ஒளிச்சேர்க்கை	Photosynthesis
ஒளித்துகள்	photon
ஒளித்துடிப்பு எண்ணிகள்	Scintillation counters
ஒளித் துளை	Aperture
ஒளிநிலைமின் தொழில் நுட்பம்	Photo electro static techniques
ஒளிப்பகுதி	Euphotic zone
ஒளிப்பசை	Photoemulsion
ஒளிப்பட இயல்	Photography
ஒளிப்படத்தட்டு	Photographic emulsion
ஒளிப்படம்	Photograph
ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு	Photo setting
ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம்	Phototype setter
ஒளிப்பட வரைவி	Photo plotter
ஒளிப்பான் ஒளிர்வான்	Glower
ஒளிப்புலன் படலம்	Photo sensitive film
ஒளிப்பொறிப்பு முறை	Photo engraving
ஒளிமின்சாரப் பெருக்கி	Photo multiplier tube
ஒளிமின் விளைவு	Photoelectric effect
ஒளியற்ற பகுதி	Aphotic zone
ஒளியியல் கிளை	Optical branch
ஒளியியல் திருத்தி மின்கலம்	Photo rectifier cell
ஒளியியல் படிவம்	Optical model
ஒளிர் திரை	Fluorescent screen
ஒளிர்மீன்	Novae
ஒளிர்மை	Luminosity
ஒளிரும் ஊடகம்	Active medium
ஒளிவில்லை	Slide
ஒற்றைக் கற்றை	Single beam
ஒற்றைச் சட்டம்	Single frame
ஒற்றைநிற ஒளி	Monochromatic light
ஒற்றைப் பதிவு	Single impression
ஒற்றைவெட்டு	Single cut

ஓசை	Loudness
ஓட்ட விளக்கப்படம்	Flow diagram
ஓட்டுடலிகள்	Crustaceans
ஓடி	Motor
ஓடு	Shell
ஓத இடைப் பரப்பு	Intertidal zone
ஓம்புயிர்	Host
ஓர அணி	Border
ஓரக் கடற்கரைப் பகுதி	Neritic zone
ஓரகத் தனிமம்	Isotope
ஓரத்தகடுகள்	Marginal platers
ஓரதர்	Valve
ஓரலகு திசையன்	Unit vector
ஓரிடத் தனிமம்	Isotope
ஓருறுப்பி	Monomer
கக்குவான்	Whooping cough
கசையிழை	Flagellum
கட்டமைப்பு	Structure
கட்டவிழ்ந்த நியூட்ரான்	Free neutron
கட்டாற்றல்	Binding energy
கட்டாற்றல் பின்னம்	Binding fraction
கட்டி	Tumour
கட்டி	Lump
கட்டுப்பாட்டிதழ்	Valve
கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள்	Control systems
கட்டுமானம்	Construction
கடல் சூழலமைப்பு	Marine ecosystem
கடல் நாய்	Seal
கடல் முயல்	Sea hare
கடல் மைல்	Nautical mile
கடலடித்தளம்	Ocean floor
கடை உடற்பகுதி	Metasoma
கடை உயிர் ஊழி	Cenozoic era
கடைசல் எந்திரம்	Lathe
கடைசி முனை	Finshing end
கடைவாய்ப் பற்கள்	Molars
கண் கீழிமை	Lower eyelid
கண்டங்களற்ற	Unsegmented
கண்டிப்பான நியமம்	Absolute specificity
கண்ணருகு கருவி	Eye-piece
கண்ணாட்டி காந்தச் சிறை	Magnetic mirror confinement
கண்ணாடி நார்	Glass fibre
கண்ணாடி நார் அடுக்ககி	Glass fibre laminate
கண்ணாடிநார் அபிரகத்தாள்	Glass mica paper
கண்ணாடி வில்லை	Lens
கண்ணி	Loop
கண்ணுள்நோக்கி	Opthalmoscope
கண்ணுறுஒளி	Visible light
கண்புள்ளி	Eye spot
கணக்கீடு துடிப்புமின்னோட்டம்	Calculation Computation
கணநேர மின்னோட்டம்	Pulsed current
கணம்	Set
கணிப்பொறி	Computer

கணிப்பொறி வழித்திட்டமிடல்	Computer programming
கணுக்கள்	Nodes
கணுக்கால்	Ankle joint
கணுக்காலிகள்	Anthropods
கணையம்	Pancreas
கதிர்ச்சேய்மை	Aphelian
கதிர் மண்டலம்	Radiation belt
கதிர்வீச்சு அடையாளம்	Radio signal
கதிர்வீச்சு அண்டம்	Radio Universe
கதிர் வீச்சு அதிர்வெண்	Radio frequency
கதிர்வீச்சு அலை	Radio Wave
கதிர்வீச்சு தொலைநோக்கி	Radio telescope
கதிர்வீச்சுமானி	Radiometre
கதிர்வீச்சு மோதுகை	Radiative collision
கதிர்வீச்சு வேதியியல்	Radiation chemistry
கதிரியக்க ஓரிடத்தனிமங்கள்	Radioisotopes
கதிரியக்க ஓரிடத்தனிம மின்னாக்கி	Radio isotopic generator
கதிரியக்கக் காப்பு	Radiological shielding
கதிரியக்க கண்டுணர் கருவி	Radiation detector
கதிரியக்க கார்பன்	Radio carbon
கதிரியக்க சிதைவு	Radioactive decay
கதிரியக்கத் தனிமங்கள்	Radioactive elements
கதிரியக்கம்	Radioactivity
கதிரியக்க விளைபொருள்கள்	Radio active products
கதிரியக்க வீழ்ச்சி	Radio active decay
கதிரியக்க தொடர்	Radioactive series
கந்தழி	Infinity
கம்பங்கள்	Ribs
கமான் அணை	Arch dam
கரிக்கீல் எண்ணெய்	Asphalt oil
கரிம அமிலம்	Organic acid
கரிமப் பொருட்கள்	organic compounds
கரிமம்	Carbon
கரிவட்டம்	Carbon cycle
கரு இனம்	Nulide
கரு எலெக்ட்ரான்	Core electron
கருச் சிதைவு	Abortion
கருத்தியல் பாய்மம்	Ideal fluid
கருத்துளை	Black hole
கருமுட்டை	Zygote
கருவளப் பொருள்கள்	Fertile materials
கருவளர் காலம்	Gestation period
கருவளர் பை	Brood pounch
கருவிகளும் சாதனங்களும்	Tools and plants
கரைசல்	Solution
கரைபொருள்	Solute
கல்நார்	Asbestos
கல்லச்சு மறுதோன்றி அச்சுத்தகடுகள்	Litho and offset plates
கல்லச்சு வரைமுறை	Lithography
கல்லணை	Rockfil
கலம்செலுத்தமைப்பு	Navigation system
கலத்தலும் கிளறுதலும்	Mixing and agitation
கலப்பு அலைமாலை	Complex spectrum

கலப்பு எலும்பு	Vomer
கலப்புச் சுற்றுவழிகள்	Hybrid circuits
கலப்பு நிலை	Mixed state
கலப்புப் பயிர் முறை	Mixed cropping
கலப்புபகுதி	Complex region
கலப்பு வகை	Miscellaneous type
கலப்பெண் மாறி	Complex variable
கலவா இனப்பெருக்கம்	Asexual reproduction
கலவி இனப்பெருக்கம்	Sexual reproduction
கலன்	Vessel
கவர்ச்சி விசை	Attractive force
கவர் திறம்	Affinity
கவளம்	Cud
கழிமுகம்	Estuary
கழிவுத்தகவு	Decay probability
கழுத்து முள்ளெலும்பு	Cervical vertebra
களைக்கொல்லிகள்	Weedicides
கற்காரை	Concrete
கற்சல்லடைத் தட்டு	Madreporite
கற்பிதம்	Assumption
கற்றை	Bundle Beam Cursor
கன்ன வளைவு	Zygomatic arch
கன்னி இனப்பெருக்கம்	Parthenogenesis
கனநீர் உலை	Heavy water reactor
கனபரிமாணம் பருமன்	Volume
கனவிசை	Volume force
கனிம அமிலம்	Inorganic acid
காக்சிடியா நுண்ணுயிர் நோய்	Coceidiosis
காங்கோ சிவப்பு	Congo red
காட்சி அமைப்பு	Display device
காட்டி	Indicator
காட்டுச் சூழலமைப்பு	Forest ecosystem
காடி	Vinegar
காடி ஆப்புகள்	Slot wedges
காணகம்	Observatory
காணி	Detector
காதழற்சி	Otitis
காதுச்சவ்வு	Tympanic membrance
காந்த ஆற்றல்	Magnetic energy
காந்த இருமுனை திருப்புத்திறன்	Magnetic dipole moment
காந்த ஒலி அலை	Magneto sonic wave
காந்தக் கண்ணாடி	Magnetic mirror
காந்தக் கிணறு	Megnetic well
காந்தக் குடுவை	Magnetic bottle
காந்தச் சிறைக்கலம்	Magnetic confinement
காந்தத் தயக்கம்	Hysteresis
காந்தத் திருப்புத்திறன்	Magnetic moment
காந்தப் புரைமை	Permeability
காந்தப் பெருக்கு	Magnetic flux
காந்தவிசைக் கருவி	Magnetic jack
காப்பு அமைப்புகள்	safeguard systems
காப்புச்சுவர்	Shielding
காப்புரிமை, பதிவுரிமம்	Patent

காமாக்கதிர்	Gamma ray
காமாச் சார்பு	Gamma function
கார இரத்தம்	Alkalemia
காரணவியல்	Aetiology
காரணி	Factor
காரீய இலக்கு	Lead target
காரீய சர்க்கரை	Sugar lead
காரை	Scale
கால்நடை நோய்	Live stock disease
காலவட்டமான	Periodic
காலவெளி	Space time
காளவாய், உலை	Furnace
காளான்	Fungus
காளான் கொல்லி	Fungicide
காற்று அழுக்கி	Air compressor
காற்று உராய்வு	Air friction
காற்றுத்தூவி	Air brush
காற்றுப்பெட்டி	Wind box
காற்றுப்பை	Air bladder
காற்று மின் காப்பு பொருள்	Air dielectric
காற்று வெப்ப இயங்கியல்	Aerothermodynamics
காற்றூட்டி	Aerator
கிடை	Horizontal
கிடை நிலை அடுக்கமைவு	Horizontal stratification
கிடைநிலை முட்கள்	Horizontal spines
கிண்ணம்	Can
கிராபைட் உருண்டைகள்	Graphite pellets
கிருமி கொல்லி	Germicide
கிள்ளு விளைவு	Pinch effect
கிளர்ச்சி	Excitation
கிளர்ச்சித்தணிப்பு	De-excitation
கிளர்ச்சி நிலை	Excited state
கிளர்வுற்ற அய்ட்ரஜன்	Active hydrogen
கிளர்வூட்டம்	Excitation
கிளைத் தமை	Branching
கிழ்க்குமிழித்தூண்	Bulb type
கிழ் குவார்க்குகள்	Down quarks
கிழ்த்தாடை	Lower jaw
கிழ்ப்பக்கம்	Ventral side
கிழ்பொட்டுக் குழி	Infra temporal fossa
கிழ் மையகம்	Hypostome
கிழ் விழி முள்	Sub orbital spine
கிழுதடு	Labium
கிற்றணி	Grating
குஞ்சம்	Tuft
குட்டி போடும் விலங்குகள்	viviparous animals
குடம்	Hub
குடல்	Intestine
குடல் தாங்கிகள்	Mesenteries
குடல் நீட்சி	Intestinal caecum
குடலழற்சி	Enteritis
குடற்பக்க நீட்சி	caecum
குடற்புழுக்கொல்லி	Antihelmenthic

குடை உள் பரப்பு	Sub umbrella surface
குடை மஞ்சரி	Umbel
குடைவு அச்சுமுறை	Gravure type
குடைவெளிப்பரப்பு	Ex umbrella surface
குத்தச்சு	Punch
குதிரைத் திறன்	Horse power
குமிழியறை	Bubble chamber
குறுக்குக் தசை நார்	Transverse ligament
குறுக்கு வெட்டு	Cross section
குறுஞ்செடிகள்	Herbs
குருத்தெலும்பு மண்டைப்பகுதி	Chondrocranium
குருதிச் சிவப்பு	Crimson
குருதி நிணநீர்	Serum
குருதிப்படிம உறைவு	Thrombosis
குருதி வெளி	Lacuna
குரோம் மஞ்சள்	Chrome yellow
குலக்கோட்பாடு	Group theory
குலைத்தல்	Deformation
குலைவு	Disturbance
குவாண்டம் இயக்கவியல்	Quantum mechanics
குவாண்டம் கொள்கை	Quantum theory
குவார்க் லெப்டான் சீரமைவு	Quark Lepton symmetry
குவார்க் வகை	Flavour quark
குவார்க் விதிகள்	Quark rules
குவிதல்	Accumulation
குவிந்த அடிப்புறம்	Domed base
குவி பரிணாமம்	Convergent evolution
குவிய ஆரம்	Radius of convergence
குவியம்	Focus
குவியும் தொடர்	Convergent series
குவி வில்லை	Convex lens
குழந்தை மருத்துவம்	Paediatrics
குழல் அச்சுத்தண்டு	Hollow shafting
குழல் உறை	Tube socket
குழல் கொழுப்புப் படிவம்	Atherosis
குழல் பாதங்கள்	Tube feet
குழல் விரிவாக்கிகள்	Vasodilators
குழல் விளக்கு	Fluorescent lamp
குழாய்க் கால்கள்	Tube feet
குழாய் முனை	Nozzle
குழி	cavity
குழியுடலி	Coelenterate
குழைமம்	Plastic
குழைம வரம்பு	Plastic limit
குழைமை	Plasticity
குழைவண உறைகள்	Condenser papar
குழைவணம்	Varnish
குழைவுத்தோற்றம்	Buffent
குளச் சூழலமைப்பு	Pond ecosystem
குளிர்த்தும் கோபுரம்	cooling tower
குளிர்ந்த ப்ளாஸ்மா	Cold plasma
குளிர் பதனாக்கி	Refrigerator
குளிர்விக்கும் இறகு	Colling fins

குளிர்விப்பான்	Coolant
குளிர்விப்பான் குறுக்குப்பாய்வு	Coolant cross flow
குறிப்பலை	signal
குறிப்பலை அதிர்லி	Signal chopper
குறிப்பு	Signal
குறியணு	Target atom
குறி வலிமை	Signal strength
குறு இழை அசைவு	Ciliary movement
குறுக்கச்சு	Transverse axis
குறுக்கம்	Stenosis
குறுக்கலை	Transverse wave
குறுக்க வினை	Condensation reaction
குறுக்கீட்டு மானி	Interferrometer
குறுக்கீடு	Interference
குறுக்குச் சுமை	Transverse load
குறுக்குத்தலை	Cross head
குறுகிய	Restricted, Contracted
குறை ஆற்றல் மட்டம்	Lower energy level
குறை கடத்திப் படிகம்	Semi conducting crystal
குறை வேகம்	Deceleration
கூட்டியக்கம்	Collective behaviour
கூட்டுக் கண்	Compound eyes
கூட்டுப்புழு	pupa
கூட்டுயிரி	Colony
கூட்டு வடம்	Composite cable
கூட்டுவிசை	Collective force
கூட்டுவினை	Addition reaction
கூடு அமைவுப் படிவம்	shell model
கூம்பகவியல்	conics
கூம்பு	cone
கூம்புத் தாவரக்காடுகள்	Coniferous forests
கூம்புப் பற்கள்	Conical teeth
கூம்பு வெட்டு முகம்	Conic section
கூர்க்கால்	Pivot
கூர்நகம்	Claw
கூர்நீட்சி	rostrum
கூர்முனை	Cusp
கூழ்	Gelatine
கூழ்க்குழி	Pulp cavity
கூழ் பிரிகை நிலைத் துகள்	Colloidal particle
கூறு	Component
கெழு	Co-efficient
கேள்திறன்	Audibility
கேள்விப்பொறி	Hearing aid
கேளா ஒலி	Ultra sound
கைரோ காந்த விகிதம்	Gyro magnetic ration
கொக்கிப் புழு நோய்	Ancylostomiasis
கொட்டும் செல்கள்	Nematocysts
கோட்பாடு	Theory
கொட்பு நோக்கி	Gyroscope
கொடுக்கிணைப்பு வினைபொருள்	Chelating agent
கொண்மங்கள், மென்படலவகை	Capacitances Capacitors, thin film

கொண்மித்தாள்	Condenser paper
கொண்மை, கொள்ளளவு	Capacity
கொணர்முறை, பகுமுறை	Deductive method
கொதிகலன்	Boiler
கொதிநீர் உலை	Boiling water reactor
கொப்புளம்	Vesicle
கொம்பு	Horn
கொழுப்புத் திசு	Adipose tissue
கொழுப்பேற்றம்	Adiposity
கொள்கலம்	Container
கொள்ளும் இடச் சுருள் வில்	Plenum spring
கொள்ளும் கட்டமைப்பு	Containment structure
கொறிக்கும் விலங்கு	Rodent
கோட்டுப் படக்கட்டை	Line block
கோடு அல்லது தட்டை வண்ண அச்சடிப்பு	Line or flat colour work
கோண உந்தம்	Angular momentum
கோண உந்த விரவல்	Angular momentum distribution
கோண ஒப்புரவு	Angular correlation
கோணப்பங்கீடு	Angular distribution
கோணம்	Angle
கோண விசை	Angular force
கோண வேகம்	Angular speed
கோபுர அகழ் எந்திரம்	Tower excavator
கோரைப் பற்கள்	Canines
கோழை	Mucus
கோள்	Planet
கோள் அமைப்பு	Planetary system
கோள் இயக்கம்	Planetary motion
கோள்சந்தி	Node
கோள் செலுத்தும் விசை	Rod insertion force
கோளக்கூட்டங்கள்	Globular clusters
கோளம்	Sphere
சக்கர அடிப்பகுதி	Wheel base
சக்தி மறுசீரமைப்பு	Energy reorganization
சகபிணைப்பு	Covalent bond
சட்டகம்	Skeleton
சட்டம்	Bar
சட்டம்	Frame
சட்டம்	Grid
சட்டையுரித்தல்	Moulting
சணல்பிரி	Felt
சதுர அணி	Square matrix
சம இயல்பு நெசவு	Balanced plain weave
சம உயரக் கோடுகள்	Contours
சமச்சீர்	Symmetry
சமச்சீர் அணி	Symmetric matrix
சமச்சீர்ப்பண்பு	Parity
சமச்சீர் மையம்	Centre of symmetry
சமச்சீரமைப்பு	Symmetry
மந்தட்டி	Planer
சமநிலை	Equilibrium state
சமநிலை சத்து	Balanced nutrition

சமநிலையாக்கிய	Counter balanced
சமபக்க அதிவளைவு	Equilateral hyperbola
சமமூலை வரை அணி	Diagonal matrix
சமவெப்பநிலைச் சுழற்சி	Isothermal cycle
சமன் எந்திரம்	Balancing machine
சமன்பாடு	Equation
சமன் வளையங்கள்	Balancing rings
சமனி	Neutral
சர்வசம துகள்கள்	Indentical particles
சராசரி செறிவூட்டம்	Average enrichment
சரியான சீரமைவு	Exact symmetry
சரியும் உலக்கை	Telescopic piston
சரிவு	Slope
சல்லடைத்தட்டு	Sieve plate
சலித்தல்	Screening
சவ்வூடு பரவல்	Osmosis
சவர்க்காரம்	Soap
சளிக்காச்சல்	Influenza
சன்னப்படிவுகள்	Thin films
சனி	Saturn
சனி வளையங்கள்	Rings of saturn
சாணை எந்திரம்	Grinder
சாத்தியக்கூறான அமைப்பு	Probable configuration
சாதன அளவு சிறிதாக்கல்	Miniaturisation of equipment
சாதனங்கள்	Equipments
சாதனம் பேணுமை	Maintenability of equipment
சாய்நிலைச் சட்டம்	Rake
சாய்வு இதழ்	Inclined vane
சார்பியல் விளைவுகள்	Ralativistic efforts
சார்பிலா ஆயங்கள்	Independent co ordinates
சார்பிலாச் சுழி வெப்பநிலை	Absolute zero temperature
சார்பிலாத் துகள் படிமம்	Independent particle model
சார்பு	Function
சார்பு அலைவெண்கள்	Relative frequencies
சார்பு இயக்கம்	Relative motion
சார்பு ஈரப்பதம்	Relative humidity
சார்புக் கொள்கை	Theory of relativity
சார்புத் துளைப்பரப்பு	Relative aperture
சார்பு திசைவேகம்	Relative velocity
சாரா மாறி	Independent variable
சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகள்	Certified seeds
சிதற்றி	Scatterer
சிதறல், சிதறோட்டம்	Turbulant flow
சிதைமாற்றம் செய்பவை	Decomposers
சிதைவு	Decomposition
சிதைவு	Disintergration
சிதைவு	Decay
சிதைவு மாறிலி	Decay constant
சிந்தனையான	Conceptual
சிம்பு இழை	Staple fibre
சுமை எல்லை	Load range
சிராய்ப்பு	Abrasion
சிராய்பொருள்	Abrasive

சிரை	Vein
சில் எலும்பு	Petellar
சில்லுகள்	Chips
சிலந்திக் கட்டமைப்பு	Spider assembly
சிவப்புக்கட்டி நோய்	Red mange
சிற்றச்சு	Minor axis
சிற்றச்சுக்கோள வடிவு	Oblate
சிற்றணி	Minor matrix
சிற்றலைகள்	Leaflets
சிற்றலைப்பட்டைகள்	Shortwave bands
சிற்றறைகள்	Alveoli
சிற்றுண்ணி	Mite
சிற்றுலைவு	Perturbation
சிற்றுறுதியான	Metastable
சிறகு கூட்டிலை	Pinnately compound leaf
சிறகுதிர்த்தல்	Moulting
சிறகொத்த கூட்டிலை	Pinnately compound leaf
சிறப்பியல்புகள்	Characteristics
சிறப்பினம்	Species
சிறுநீர்க்கழிவுப்பெருக்கி	Diuretic
சிறுநீர் குறைவடிப்பி ஹார்மோன்	Anti diuretic Hormone
சிறுநீர் நாளங்கள்	Ureters
சிறுநீர்ப் புறவழி	Urethra
சிறுநீர்ப்பை வரைபடம்	Cystogram
சிறுநீரகத் துளை	Nephridiopore
சிறு நீரியல்	Nephrology
சிறுநீரில் ஆல்புமின்	Albuminuria
சிறுநீரின்மை	Anuria
சிறுபாலங்கள்	Culverts
சிறுமம்	Minimum
சிறை வினை	Capture reaction
சீர்நிலை மறுவினைகள்	Righting reflexes
சீர்பருத்தி	Combed cotton
சீர்மிப்புப் பொருத்தமைப்புகள்	Dicing fixtures
சீரமைவு மையம்	Centre of symmetry
சீரான	Uniform
சீரிசை அலைவி	Harmonicoscillator
சீரிலா ஓட்டம்	Non uniform flow
சீரோட்டம்	Uniform flow
சீலிய ஒள்பட்டு	Combed sateens
சீழ் எதிர்ப்பிகள்	Antiseptics
சீழ்க்கட்டி	Abscess
சீழ்க்கொப்புளம்	Pustule
சீழாதல்	Suppuration
சுட்டளவு	Parameter
சுட்டெண்	Index
சுண்ணத்தகடுகள்	Ossicles
சுண்ண முட்கள்	Spicules
சுண்ணாம்பு நீர்	Lime water
சுத்தி எலும்பு	Malleus
சுத்தியல் வகை	Hammer type
சுதுக்க ஊடை ஒண்பட்டு	Crepe back satin
சுதுக்கம்	Crepe

சுமந்து செல்லி வகை	Conveyor type
சுமை ஏற்றி	Loader
சுமைத் தேவை	Load demand
சுமை மாற்றங்கள்	Load charges
சுரக்குந் தட்டு	Disc
சுருக்க வரம்பு	Shrinkage limit
சுருட்டை	Curl
சுருணைகளின் இடைவெளிகள்	Winding pitches
சுருள்	Coil
சுருள் இடைவெளி	Coil span
சுருள் எலும்பு	Turbinate bone
சுருள் தொடுகை	Coil contact
சுருள் நரம்பு முடிப்பு	Spiral ganglia
சுருள் பக்கம்	Coil side
சுருள்வில்கள்	Springs
சுருளி	Spiral
சுருளிப்பால்வழி மண்டலம்	Spiral galaxy
சுவட்டுத் திசை	Direction of the trace
சுவாசித்தல்	Respiration
சுவை அரும்பு	Taste bud
சுழல்	Cycle
சுழல் அமுக்கிகள்	Rotary compressors
சுழல்காந்த எண்	Gyromagnetic ratio
சுழல்காற்று உலை	Cyclone furnace
சுழல் தாரைவிமானம்	Turbojet
சுழல் பொறி	Turbine
சுழல்பொறிப்பு முறை	Rotogravure
சுழலச்சு	Mandrel
சுழலச்சு	Spindle
சுழலா ஓட்டம்	Irrotational flow
சுழலாற்றல்	Rotational energy
சுழலி	Turbine
சுழலோட்டம்	Rotational flow
சுழற்சி	Cycle rotation
சுழற்சி இயல்புடைய உலை	Rotary kiln
சுழற்சிக் காந்த மூல எண்	Spin magnetic quantum number
சுழற்சி காட்டி	Gyroscope
சுழற்சி நிறமாலை	Rotational spectrum
சுழற்சி நீள்கோளம்	Ellipsoid of rotation
சுழிநிலை அதிர்வு	Zero point vibration
சுழிநிலை சமன்காட்டி	Null balance indicator
சுழிப்பு ஓட்டம்	Eddy current
சுழிப் பெயர்ச்சி	Zero shift
சுழி, பூஜ்யம்	Zero
சுளுக்கு	Sprain
சுற்றகச் சமன்படுத்தல்	Rotor balancing
சுற்றகம்	Rotor
சுற்றியக்கம்	Orbital motion
சுற்றுக்காந்த மூல எண்	Orbital magnetic quantum number
சுற்றுப்பாதை	Orbit
சுற்றோட்டப்பாதை, சுற்றுவழிகள்	Circuit
சுற்றோட்டம்	Circulation

சுற்றோட்ட மண்டலம்	Circulatory system
சூட்டிணைப்பு	Soldering
சூட்டுக்கம்பி	Hotwire
சூட்டுருட்டல்	Hot rolling
சூரிய அண்டக்கதிர்	Solar cosmic rays
சூரியக் கரும்புள்ளி	Sun spot
சூரியக் காற்று	Solar wind
சூரியச் செயல்	Solar activity
சூரிய சக்தி மூலம்	Solar powered source
சூழ்காந்தப் புலம்	Stray magnetic field
சூழ்நிலை மாசடைதல்	Environmental pollution
சூழகம்	Orbital
சூழல்	Environment
சூழலியல்	Ecology
சூழினங்கள்	Ligands
சூளை	Kiln
சூனிய வெப்பநிலை	Absolute zero
செங்குத்தான சதுரதூண்கள்	Vertical pilasters
செங்குத்து	Perpendicular
செங்குத்து அடுக்கமைவு	Vertical stratification
செங்குத்து ஈடாக்கல்	Orthogonal complement
செங்கோடு	Normal
செதில்	Scale
செந்தரம்	Standard
செந்நிலை இயக்கவியல்	Classical mechanics
செந்நிலை காற்றியங்கியல்	Classical aerodynamics
செந்நிலைப் பாய்ம இயக்கவியல்	Classical fluid machanics
செம்பெயர்ச்சி	Redshift
செம்மையான	Orthogonal
செய்தித் தொடர்பு	Communication
செய்முறை	Experiment
செய்முறை மணிக்கற்கள்	Gem manufactured
செயல்திற வளைவு	Performance curve
செயல்படுத்திகள்	Activators
செயல்பாட்டு இயல்புகள்	Behavioural changes
செயல்முறை ஆராய்ச்சி	Operation research
செயற்கை	Synthetic
செயற்கைக் கதிரியக்கம்	Artificial radio activity
செயற்கைக் கோள்	Artificial satellite
செயற்கை முறை	Artificial
செயற்கை மூச்சு	Artificial respiration
செயற் சுழற்சி	Operating cycle
செயற்படுத்தும் சக்தி	Activation energy
செரிப்பின்மை	Dyspepsia
செரிப்பு மருந்தியல்	Digestive pharmacology
செரிமான மண்டலம்	Digestive system
செல்	Cell
செல்பிளாசம்	Cytoplasm
செலுத்தம்	Propulsion
செலுத்தல்	Transmission
செவ்வகநிலை ஆற்றல் புலக்கிணறு	Rectangular potential well
செவிப்பறை	Ear drum tympanum
செவிப்பெட்டகம்	Auditory capsule

செவுள் இழை	Gill filament
செவுள் உறை	Gill cover
செவுள் ஏடு	Gill book
செவுள் தகடுகள்	Gill lamellae
செவுள் திறப்பு	Gill slit
செவுள் பை	Branchial sac
செவுள் மூடி	Operculum
செவுள் வளைவு	Gill arch
செழிப்பு விகிதம்	Abundance ratio
செறிவு	Concentration intensity
செறிவுற்ற நீராவி	Saturated steam
செறிவூட்டல்	Enrichment
சேமிப்புக் கோட்பாடு	Conservation philosophy
சேமிப்புத் தொட்டி	Dump tank
சேய்மை முனை	Distal end
சேர்க்கை நிலை	Associated state
சேர்மம்	Compound
சேர்ம முறை	Compound type
சேர்மான குளோபின்	Associated globin
சேர்மானம்	Combination
சைகை	Signal
சொல் குறியீடுகள்	Word codes
சோடிசேர்	Form pair
சோதனைப்பொருள்	Test specimen
சோப்பாக்கம்	Saponification
ஞாயிற்றுக்குடும்பம்	Solar system
ஞாயிற்று குடும்பம்	Solar system
தகடுகள்	Vanes
தகடுடைத்தோலிகள்	Placoderms
தகர்ப்பு	Blast
தகவமைப்பு	Adaptation
தகைவு	Stress
தசை இழை	Muscle fibre
தசை இழைமம்	Muscle fibre
தசை நார்	Muscle fibre
தசைப்பிடிப்பு	Sprain
தசை மண்டலம்	Muscular system
தசையடுக்கு	Myotome
தட்டுப்பதிவு முறை	Platten printing type
தட்டு வட்டில்	Disc
தட்டை உருளை	Flange
தட்டைப் புழு	Flat worm
தடக்காற்று	Trade wind
தடங்காண் ஊடகம்	Tracer
தடுப்பிதழ்	Valve
தடுப்பு	Retardant
தடுப்புக் குழி	Cut of trench
தடை	Resistance Barrier
தடை அணுக்கரு	Target Nucleus
தடைமாற்றி	Rheostat
தடையகம்	Resistor
தடைவலைகள்	Resistor net works
தண்டவாளம்	Rail

தண்டு	Rod
தண்டுவகை	Needle type
தண்டுவடக்குழாய்	Spinal canal
தண்டுவட நீர்	Spinal fluid
தண்டுவடம்	Spinal cord
தண்டுவட முடிச்சுகள்	Spinal ganglia
தண்டுவட வேர்கள்	Spinal roots
தணிப்பான்	Moderator
தணிப்புத்தொட்டி	Stilling basin
தத்துவம்	Principle
தப்பிக்கும் திசைவேகம்	Escape velocity
தமனி வலி	Arteralgia
தரக்கட்டுப்பாடு	Quality control
தரம்	Quality
தரம்	Order
தரம் பிரித்தல்	Grading
தருசுமை	Applied load
தலைகீழ் முட்டை வடிவம்	Obovoid
தலைச்சுற்றல்	Vertigo
தலைப்பிரட்டை	Tadpole
தலைமார்புப் பகுதி	Cephalothorax
தலைமுறை மாற்றம்	Alternation of generations
தலைமைக் கலைப்படம்	Master art work
தவிர்த்தல் கொள்கை	Exclusion principle
தழை வளர்ச்சி நிலை	Vegetative stage
தள்ளுவிசை	Thrust
தளம்	Plane
தளர்வு	Ralaxation
தற்கருவுறுதல்	Self fertilization
தற்சார்பான சிதைவு	Independent decay
தற்சிறப்பு மதிப்பு	Characteristic impedance
தற்சுழற்சி	Spin
தற்சுழற்சி அச்சு	Spin axis
தறுவாய் நிலைமை	Phase
தறுவாய்ப் பிரித்துணர்வி	Phase discriminator
தன் உணவாக்கிகள்	Autotrophs
தன் ஒழுங்கீடு	Auto regulation
தன் தூண்டுவகை	Specific impulse
தன் பருமன்	Specific volume
தன் முரண்பாடின்மை	Self consistency
தன் முறிவு	Autolysis
தன்மையறிதல்	Characterisation
தன்னிச்சை நிலை	Arbitrary state
தன்னிணக்கப்புலம்	Self consistent field
தன்னிணக்கம்	Self consistency
தன்னியக்க	Automatic
தன்னியக்க ஊர்தி ஓட்டி	Autopilot
தன்னியக்கக் கட்டுப்பாடு	Automatic control
தனி அச்செழுத்து எந்திரம்	Monotype
தனி அலை	Solitary wave
தனி அலை இயக்கம்	Simple harmonic motion
தனி அளவுபடுத்திய பாவு	Pure sized warp
தனி ஊசல்	Simple pendulum

தனி எழுத்து ஒளிப்பட எந்திரம்	Monophoto
தனிக்கண்கள்	Ocelli
தனிநிலை	Absolute state, pure state
தனிப்படுத்தல்	Isolation
தனிப்படுத்தி	Isolator
தனிப்பதிப்பு முறை	Monoscope method
தனிப்பயிர்	Single plant
தனிம அட்டவணை	Periodic table
தனிமம்	Element
தனிம மாற்றம்	Transmutation
தனி முறிவுக் காலக்கூறு	Absolute refractory period
தனி வெப்பநிலை	Absolute temperature
தாக்கம்	Stroke
தாக்குதல்	Bombardment
தாங்கிக் குதிரைகள்	Bearing supports
தாடை	Jaw
தாடை தொங்குமுறை	Jaw suspension
தாடையடித்தகடு	Gnathobase
தாடையிலிகள்	Agnatha
தாமதமாக்கி	Moderator
தாமதமாக்கி அடர்த்தி	Moderator density
தாமதித்துச் சிந்தும் துகள்கள்	Delayed particles
தாய் அண்டவணுக்கள்	Oogonia
தாரை	Jet
தாரை வானூர்திப் பொறி	Jet aircraft engine
தாவர மிதவையுயிரி	Phytoplankton
தாவரவுண்ணி	Herbivore
தாழ்கடத்தல் வடிப்பி	Low pass filter
தாழ்நிலைப் பண்புகள்	Primitive features
தானியங்கி	Automation
தானே இயங்கும் அணுப்பிளவு	Spontaneous fission
தானே தீப்பற்றுதல்	Self ignition
திக்குவாய்	Stammer
திசை அறிதல்	Directional counting
திசை திருப்பி	Rudder
திசையமைவுகள்	Orientations
திசையன்	Vector
திசையன் முனைவாக்கம்	Vector polarization
திசையிலி	Scalar
திசையொப்புப் பண்பு	Isotropy
திசையொவ்வாப் பண்பு	Anisotropy
திசைவேகம்	Velocity
திட்டவட்டமற்ற	Indefinite
திண்படல மின்சுற்றுவழிகள்	Thick film circuits
திண்ம அச்சுத்தண்டு	Solid shafting
திண்மம்	Solid
திண்மை	Consistency
திமியம், உலக்கை	Piston
திமில்	Hump
திமுக்கு	Ram
திரட்டி	Commutator
திரட்டியின் தொடுகை	Collector contact
திரிகம்	Sacrum

திரிக முள்ளெலும்பு	Sacral vertebra
திரிதடையங்கள்	Transistors
திரிபு	Strain
திருக்கம்	Torque
திருகாணி மறை	Stud bolt
திருகுசுருள்	Helix
திருப்பி மிகைப்படுத்திகள்	Repeaters
திருப்புமை	Moment
திரும்பாரம்	Turning radius
திரை அச்சுமுறை	Screen printing
திரையிடல்	Screening
திரையிலாக் கல்லச்சுமுறை	Screenless lithography
திரையீட்டுக் கோணங்கள்	Screening angles
திறந்த காற்றுச் சுற்று முறை	Open air cycle method
திறந்த நீர்ப்பகுதி	Limnetic zone
திறந்த வெளிக்கடத்திகள்	Open conductors
திறமை	Efficiency
திறன்	Power
திறன் அகழ்வாரி எந்திரம்	Power showel
திறன் அதிர்வி	Power vibrator
திட்டா நெருடு	Theta pinch
தீப்பற்றக்கூடிய	Inflammable
தீப்பற்ற வைக்கும் சக்தி	Ignition energy
தீப்பற்றாத இயல்பு	Non inflammability
தீப்பொறி முனை	Spark plug
தீ மூட்டல்	Ignition
தீர்மானம் உருவாக்கிகள்	Decision makers
தீர்மானிப்புக் கோட்பாடு	Decision theory
தீர்வு	Solution
தீவுக்குழு	Archipelago
தீனிப்பை	Crop
துகள்	Particle
துகள் முடுக்கி	Particle accelerator
துடிப்பு	Pulse
துடிப்புத் தாரைவிமானம்	Pulse jet
துடுப்புக் கதிர்கள்	Fin rays
துடுப்பு மடிப்புக் கோட்பாடு	Fin fold theory
துண்டு அச்சுத்தண்டு	Stub shaft
துணை அச்சுத்தண்டு	Secondary shafting
துணைக்கோள்	Satellite
துணைத்தொகுதி	Subphylum
துணை நரம்புகள்	Secondary nerves
துணை நிலை	Secondary
துணை நிலைப்பொருள்	Secondary body
துணைப்புணர் உறுப்பு	Accessory copulatory organ
துணைப்பொருள்	By product
துணை வகுப்பு	Sub class
துணை வெளி	Sub space
துய்த்தல்	Consuming
துருப்பிடிக்கா எஃகு	Stainless steel
துருவ அச்சு	Polar axis
துருவ காந்த விசை	Polar magnetic field
துருவம்	Pole

துருவ விண் ஒளி	Aurora
துருவ விண்மீன்	Polaris
துருவு தாடை	Maxilla
துல்லியம்	Accuracy
துவாரம்	Spiracle
துளைத்தகடு	Stencil diaphram
துளைப் பரப்பு	Aperture
துளைப்பொறிப்பு முறை	Stencil engraving
துளையற்ற பவளங்கள்	Imperforate corals
துளையுள்ள உள்ளடுக்கு	Porous inner layer
துளை வரித்தகடு	Perforating rule
துளை வால்வுகள்	Orifice valves
துறப்பணம்	Drill
தூக்கி	Jack
தூண்டகக் கண்	Impeller eye
தூண்டகம்	Impeller
தூண்டம்	Inductance
தூண்டல்	Induction, excitation
தூண்டல் ஆற்றல், தூண்டுதல் சக்தி	Activation energy
தூண்டல் வெளிப்படுகை	Stimulated emission
தூண்டற்பிளவு	Induced fission
தூண்டி	Inductor
தூண்டிழை	Proboscis
தூண்டுதல்	Stimulation
தூண்டு பொருள்	Stimulant
தெவிட்டல்	Saturation
தெவிட்டிய நிலை	Saturated state
தெவிட்டு நிலைப்பண்பு	Saturation character
தெளித்தல்	Spraying
தெற்றுவாய்	Stammer
தேக்க அணை	Storage dam
தேக்கம்	Stagnation
தேற்றம்	Theorem
தேன் பனி	Honey dew
தையல்	Suture
தொகுதி	Group phylum
தொகுப்பாய்வு	Synthesis system
தொகுப்பு	Set of system
தொகுப்புப் படிவம்	Collective model
தொகுப்பு முறை	Synthesis
தொகை	Intergral
தொங்கமைப்பு	Suspension system
தொங்கும் தாடை	Dewlap
தொங்குவிலா எலும்புகள்	Floating ribs
தொட்டி	Bath
தொட்டி அமைப்பு	Bin system
தொட்டி மின்கலங்கள்	Tank cells
தொடக்க மூலங்கள்	Start up sources
தொடர் அச்சுத்தண்டு இணைப்பு	Line shafting
தொடர் அமைப்பு	Chain structure
தொடர் இயக்கம்	Chain reaction
தொடர் கூட்ட அச்சடிப்பு எந்திரம்	Web fed press
தொடர்ச்சியான பயிர்முறை	Sequential cropping

தொடர் சோதனை	Online experiment
தொடர்ந்த இயக்கக் குழாய்	Continuous guide tube
தொடர்நிலை	Syntactic
தொடர்பம்	Continuum
தொடர்பான ஊடுபயிர் முறை	Relay inter cropping
தொடர் பின்னம்	Continued fraction
தொடர்பு அமைப்பு	Communication system
தொடர் விளைச்சல்	Cumulative yield
தொடர்வு முறை	Tracer method
தொடி	Brush
தொடுதடை	Contact resistance
தொடுதளம்	Tangent plane
தொண்டை	Pharynx
தொண்டைச் செவுள் பிளவு	Pharyngeal gill slit
தொய்வு	Deflection
தொல்லுயிர் ஊழி	Palaeozoic era
தொலைக் கட்டுப்பாடு	Romote control
தொலைநோக்கி	Telescope
தொலைவரி	Telegraph
தொலைவரிக் குறியீடுகள்	Telegraph codes
தொலைவரைவியல்	Telegraphy
தொழில் நுட்பம்	Technology
தொற்றுநீக்கி	Disinfectant
தோண்டுவாளி	Dipper bucket
தோய்தொட்டி	Bath tub
தோராய முறைகள்	Approximate methods
தோல் எலும்புத்தகடு	Osteoderm
தோல் சோதனை	Skin test
தோல் நோய்	Skin disease
தோல்முடிச்சு நோய்	Dermatitis
தோலடி நீர்க்கோவை	Anasarca
தோலுரித்தல்	Moulting
தோலுரித்தல்	Ecdysis
தோள் துடுப்பு	Pectoral fin
தோள் வளையம்	Pectoral girdle
நகர்த்தி	Slider
நகர்வு அலை	Drift wave
நகல்வரை முறை	Xerography
நச்சு	Poison
நச்சுக் காய்ச்சல்	Influenza
நச்சுக்குருதி	Toxemia
நச்சுக்கொடி	Placenta
நச்சுக்கொடியுடைய பாலூட்டிகள்	Placental mammals
நச்சுயிரி	Virus
நஞ்சு மாற்று மருந்து	Alexipharmic
நடு	Medial
நடு உடல்	Trunk
நடுக்கரிமக் காலம்	Middle carboniferous age
நடுக்கரு	Core
நடுக்குழி	Atrial cavity
நடுநிலை	Neutral
நடுநிலைக் கோணம்	Medium angle
நடுநிலை மின்னோட்டம்	Neutral current

நடுநிலையாக்கல்	Neutralisation
நடுமண்டை எலும்பு	Interparietal bone
நடுமையக் குழாய்கள்	Trunk lines
நண்டு நெபுலம்	Crab nebula
நரம்பியக் கர்முள்	Neural spine
நரம்பியத் தட்டு	Neural spine
நரம்பிய வளைவு	Neural arch
நரம்புத் தளர்ச்சி	Neuritis
நரம்புத்துளை	Neuropore
நரம்பு மண்டலம்	Nervous system
நரம்பு வடம்	Nerve cord
நரம்பு வளையம்	Nerve ring
நரம்பு வேரிழை	Axon
நழுவல், தத்தல்	Slippage
நழுவிதழ்	Sliding vane
நழுவு வளையம்	Slip ring
நாட்பட்ட	Chronic
நாடி	Pulse
நாண்	Tendon
நாளமயமாக்கல்	Vascularisation
நாளமில்லாச் சுரப்பி	Endocrine gland
நாளமில்லாச் சுரப்பியியல்	Endocrinology
நாள விரிப்பி	Vasodilator
நாற்கர்முனை வளைவு உடுவளை	Tetracuspid
நாற்படை நெசவு	Satin weave
நான்கிணைய	Quartenary
நான்கு கால் விலங்கு	Tetrapod,quadruped
நான்முக அணைவுகள்	Tetrahedral complexes
நான்முகத்தகம்	Tetrahedron
நான்முனை	Quadrupole
நான்முனை திருப்புத்திறன்	Quadrupole moment
நான்முனையங்கள்	Tetrodes
நிகழ்தகவு	Probability
நிகழ்வு	Phenomenon Process
நிகழ்வு முறைகள்	Machanism
நிணத்திசு	Adipose tissue
நிணநீர் இடைவெளி	Lymph space
நிணநீர்க்கணு அழற்சி	Adenitis
நிரப்பி	Filler
நிரப்பி சிற்றணிக்கோவை	Complement minor
நிரல்	Column
நிரல் திசையன்	Column vector
நிரை	Row
நிரை அணி	Row matrix
நிரை நிரல் மாற்ற அணி	Transpose matrix
நில அடி நீர்மட்டம்	Water table
நிலக்கரி எரிவிப்பு நிலையம்	Coal fired plant
நிலக்கரித் தார்	Coal tar
நிலச்சமன் எந்திரம்	Bulldozer
நிலச் சூழலியல்	Terrestrial ecology
நிலஞ்செதுக்கு எந்திரம்	Scraper
நிலத்தூண் அடிமானங்கள்	Pile foundations
நில நடுக்கம்	Earth quake

நிலநடுக்கோடு	Equator
நிலவறை	Vault
நிலவறைச் சுரங்கம்	Underground mine
நிலை	State, static
நிலை அழுத்தம்	Potential pressure
நிலை ஆற்றல் புலம்	Potential energy field
நிலைக்காந்தம்	Permanent magnet
நிலைக்குத்து	Vertical
நிலைச்சட்டம்	Stand
நிலைச் சமன்	Static balance
நிலைச் சிறப்பியல்புகள்	Static characteristics
நிலைத்த அலையமைப்பு	Stationary wave
நிலைத்த பாதைகள்	Stationary orbits
நிலைப்படுத்துதல்	Fixing
நிலைப்பாடு, நிலைப்பு	Stability
நிலைப் பொருண்மை	Rest mass
நிலைமம், மடிமை, உறழ்மை	Inertia
நிலை மாற்றி	Converter
நிலைமாறு வெப்பநிலை	Critical temperature
நிலைமின்	Electrostatic
நிலைமின் அச்சு முறை	Electrostatic type
நிலைமின் அலை	Electrostatic wave
நிலைமின் துகள்	Electorstatic particle
நிலைமின் புலம்	Electrostatic field
நிலைமின் முறை	Electrostatic method
நிலைமின்விசை	Electrostatic force
நிலை மின்னியல்	Electrostatics
நிலையக் கலப்பு	Plant mix
நிலையகம்	Stator
நிலையின்மை, நிலைப்பின்மை	Unstability, Instability
நிற அலகிடுவான்	Colour scanner
நிறச்சாரல் பிரிகை	Chromatography
நிறந்தாங்கித் தொகுதிகள்	Chromophoric groups
நிறப்பார்வை	Colour vision
நிறப்புனைவுகோள்	Colour hypothesis
நிறம் எண்பித்தல்	Colour proving
நிறம்நிறுத்தி	Mordant
நிறம் பெருக்கிகள்	Auxochromes
நிறமற்ற	Leuco Colourless
நிறமாலை	Spectrum
நிறமாலை அளவி	Spectroscope
நிறமாலைக் கோடுகள்	Spectral lines
நிறமாலைத் தொடர்	Spectral series
நிறமாலைப் பண்புகள்	Spectral properties
நிறமாலை வரைவி	Spectrograph
நிறமி	Pigment
நிறவரைபடம்	Chromatogram
நிறவரையியல்	Chromatography
நிறவெறுப்புள்ள	Chromophobe
நிறை இழப்பு	Mass defect
நிறை எண்	Mass number
நிறை நிறமாலை வரைவி	Mass spectrograph
நிறை பகுப்பு, பொருண்மைப் பரவல்	Mass distribution

நிறையலகு, பொருண்மை அலகு	Mass unit
நிறைவுயிரி	Adult
நீக்கிகள்	Scavengers
நீட்சி விரிவு	Expansion
நீட்டம்	Extension
நீட்டல்	Stretch
நீர் அயனிச் சீராக்கம்	Osmo ionic regulation
நீர் அழுத்தம்	Hydrostatic pressure
நீர் இறக்கம்	Dehydration
நீர் இறக்கி	Dehydrating agent
நீர் உறிஞ்சும் தன்மையான	Hydroscopic
நீர் ஊடுருவாத	Impervious
நீர்க் காப்பு	Water proof
நீர்க்கோல்	Water rod
நீர் காந்த அலை	Hydromagnetic wave
நீர்ச்சுழற்சி மண்டலம்	Water vascular system
நீர்ச்சுழி	Vortex
நீர் சூழலியல்	Aquatic ecology
நீர்த்த கரைசல்	Dilute solution
நீர்த்த மாதிரி	Dilute sample
நீர்த்துளைகள்	Water holes
நீர்ம உராய்வு	Liquid friction
நீர்மத்துளிப்படிவம்	Liquid drop model
நீர்மம்	Liquid
நீர்மம் பிரித்தெடுத்தல்	Liquid extraction
நீர்ம வரம்பு	Liquid limit
நீர்மவியல், நீரியல்	Hydraulics
நீர் மாற்றியம்	Water isomerism
நீராவி ஆக்கிகள்	Steam generators
நீராவி உற்பத்தி	Steam production
நீராவிச் சுழலி	Steam turbine
நீராவி வடித்தல்	Steam distillation
நீராற்பகுப்பு	Hydrolysis
நீரியக்கவியல்	Hydrodynamics
நீரியல் அமைப்பு	Hydraulic system
நீரியல் உலக்கை	Hydraulic piston
நீரியல், நீர்ப்பாய்வியல்	Hydraulics
நீரியல் பின்கொழு	Hydraulic backhoe
நீரிழிவு	Diabetes
நீரெழுச்சி	Upwelling
நீரேற்றம்	Hydraction
நீவி	Milled
நீள்கோளம்	Ellipsoid
நீள் சதுர	Oblong
நீள்வட்டப் பாதை	Elliptical orbit
நீள்வட்டம்	Ellipse
நீள்விளிம்பி	Kern
நீற்றுதல்	Calcination
நுகர்வன	Consumers
நுகர்வு	Sense
நுகர்வு	Consumption
நுகர்வோர்	Consumers
நுண் இழைகள்	Papillae

நுண் ஊட்டங்கள்	Micro nutrients
நுண்ணலை	Microwave
நுண்ணாய்வுப் பகுப்பு	Critical analysis
நுண்ணிமக் கதிர்வீச்சு	Corpuscular radiation
நுண்ணிய	Sensitive
நுண்ணிய வெடிப்பு	Micro explosion
நுண்ணுயிர்க்கொல்லி	Bactericide
நுண்ணுயிருண்ணி	Microphagous
நுண்ணோக்கி	Microscope
நுண்துளைத் தடுப்பான்	Porous barrier
நுண் நரம்புக்குழாய்	Trophonemata
நுண் நிலைப்பின்மை	Micro instability
நுண் நிறல் வரிப்புலம்	Hyperfine field
நுண் பகுப்புமுறை	Micro sectioning
நுண்புழைக்குழாய்	Capillary tube
நுண் மிதவையுயிரி	Microplankton
நுண் மின்சுற்றுவழி இயல்	Microcircuitry
நுண் மின்துகளியல்	Micro electronics
நுண் வடித்தல்	Ultra filtration
நுண்வரியமைப்பு	Fine structure
நுனிக்குழல்	Nozzle
நுரை நெகிழிகள்	Foam plastics
நுரையீரல்	Lung
நுரையீரல் உறை	Pleura
நுழைவாய்த் திறப்பு	Inlet opening
நுனிக் கூர்மையான	Caudate acuminate
நூல்கண்டு	Bobbin
நூல் தத்துகள்	Yarn slippage
நூல் மாதிரி	String model
நூற்கும் அமைப்பு	Spineret
நூற்பு	Spinning
நெகிழ்வு	Rarefaction
நெகிழி	Plastic
நெகிழி அச்சிடும் தகடுகள்	Plastic plates
நெகிழிப் பலகைகள்	Plastic laminate
நெகிழுந்தன்மையுடைய சிதறல்	Elastic scattering
நெஞ்சு வளை	Cardioid
நெட்டலை	Longitudinal wave
நெட்டாங்கு	Longititude
நெடுக்கம்	Range
நெடுந்தொலைத் தொடர்பியல்	Long distance communication
நெம்புருள்	Cam
நெய்வண்ண ஓவியங்கள்	Oil paintings
நெய்வண்ணம்	Paint
நெருக்கடிப் பொருளளவு	Critical mass
நெருக்கடி வெப்பத் தொடர்	Ciritical heat flux
நெருக்கம்	Compression
நெளிவரை அச்சுமுறை	Flexography
நெளிவு அபிரகி	Flexible micanite
நெளிவு இணைப்பு	Flexible connection
நெளிவுகள்	Corrugations
நெளிவுத் தன்மை	Flexibility
நெளிவு வடம்	Flexible cable

நெற்றிப்பட்டை எலும்பு	Frontal bone
நேர்க்குத்துக்கோட்டுத் திசை	Perpendicular direction
நேர்கோட்டு	Linear
நேர் நகல்	Positive
நேர்ம எண்	Positive integer
நேர்மம்	Positive
நேர்மாற்ற அணி	Inverse matrix
நேர்மின் அயனி	positive ion
நேர்மின்வாய்	Anode
நேர் மின்னேற்றம்	Positive charge
நேர்மின்னோட்ட உள் தருகை	Direct current input
நேரச்சார்பற்ற	Time independent
நேரச் சார்புகள்	Time dependent
நேரியல்	Linear
நேரியல் அமைப்புப் பகுப்பாய்வு	Linear system analysis
நேரியல் உருமாற்றம்	Linear transformation
நேரியல் சமன்பாடு	Linear equation
நேரியல் திட்டமிடல்	Linear programming
நொடி	Second
நொதி	Enzyme
நொதித்தல்	Fermentation
நொய்மம், கூழ்மம்	Colloid
நோய்க்காரணி	Causative
நோய்த்தொற்று	Infection
பக்க இயக்கம்	Lateral support
பக்கக்கால்கள்	Parapodia
பக்கக்கோடு	Lateral line
பக்க மையகம்	Pleuro centrum
பகுத்தறி கருவி	Analytical instrument
பகுத்தன்மை	Viscosity
பகுத்தாய்பவர்	Analyst
பகுதி	Denominator
பகுதிக் கொள்கை	Quantum theory
பகுதிறன்	Resolving power
பகுப்பாய்வு	Analysis
பகுப்பீட்டுக் குறுக்குவெட்டு	Differential cross section
பகுப்பு	Separation
பகுமுறை தொடர்ச்சி	Analytic continuation
பகுமுறை வடிவகணிதம்	Analytic geometry
பங்கிடு	Distribution
பசியின்மை	Anorexia
பட்டறை எலும்பு	Incus
பட்டைமுறை ஓட்டு	Belt drive
படகு போன்ற இதழ்கள்	Keel petals or Carina
படபடப்பு	Palpitation
படலக்குழி	Mantle cavity
படலம்	Foil Filament Mantle
படல வீழ்படிவு	Film deposition
படல வீழ்படிவு முறை	Film deposition technique
படவிளம்பர வண்ணமூட்டல்	Posterizing
படிக அமைப்பு	Crystal structure
படிகக் குறைபாடு	Crystal defect
படிமம்	Image

படிமலர்ச்சி, பரிணாமம்	Evolution
படிமானம்	Settlement
படிவம்	Model
பண்பன்	Tensor
பண்பன் முனைவாக்கம்	Tensor polarization
பண்பன் விசை	Tensor force
பண்பு	Property
பணிப்பு இயங்கமைப்புகள்	Servo mechanism
பதங்கமாதல்	Sublimation
பதப்படுத்தல்	Treating
பதப்படுத்தாத எரிபொருள்	Raw fuel
பதம் எடுப்பு அமைப்பு	Sampling system
பதமூட்டப்பட்ட	Mercerised
பதிலீட்டு வினை	Substitution reaction
பயனுறு நெடுக்கம்	Effective range
பரப்பு இழு விசை	Surface tension
பரப்புக் கவர்ச்சி	Adsorption
பரப்பு சீரமைத்தல்	Surface finising
பரவல்	Distribution
பரவல் அடிமானங்கள்	Spread foundations
பரவல் தடை	Diffusion barrier
பரவளைய ஆடி	Parabolic mirror
பரவளைவு	Parabola
பரவுதல் எண்	Propagation constant
பரிணாமக் கோட்பாடு	Theory of evolution
பரிமாற்ற நிலைப்பின்மை	Interchange instability
பரிமாற்றி	Exchanger
பரிமாற்று விசை	Exchange force
பரிமாற்று விதிகள்	Commutation rules
பரிவு நரம்பு மண்டலம்	Sympathetic nervous system
பரிவு நரம்பு முடிச்சு	Sympathetic ganglia
பருத்த எடைத்துணிகள்	Suiting weight fabrics
பருப்பொருள்	Matter
பருமன்	Volume
பருமன் திறமை	Volumentric efficiency
பருமானத்தன்மை	Dimensionality
பருமானம்	Dimension
பருமை	Magnitude
பருவினைத் தொடரும் வல்லமை	Load following capability
பல் அமைப்பு	Dentition
பல் சக்கரம்	Gear
பல்சார்	Pulsar
பல்நோக்கு அணை	Multi purpose dam
பல் முனை	Cusp
பல்லிடைவெளி	Diastema
பல்லுருப்பு மாற்றியம்	Polymorphism
பல்லுறுப்பாக்கல் வினை	Polymerisation reaction
பல்லுறுப்பி	Polymer
பல்லுறுப்புக்கோவை	Polynomial
பலகை அடிமானங்கள்	Rafter foundations
பலவணு மூலக்கூறு	Polystomic molecule
பழக்க அடிமை	Addict
பழங்குவாண்டம் கொள்கை	Classical quantum theory

பழந்தொல்லுயிர் ஊழி	Archaeozoic era
பள்ள அரண்கள்	Trench barriers
பள்ளம்	Groove
பள்ளம் அகழ் எந்திரம்	Trencher
பளுதூக்கும் கருவி	Crane
பற்சிகரம்	Tooth crown
பற்றவைக்கப் பயன்படும் ஒளிக்கருவிகள்	Welding torches
பற்றவைப்புப் படிவுப்பொருள்	Weld deposit
பற்றி கதிர்வீசல்	Radiative capture
பறவையியல்	Ornithology
பன்மாறிப் பகுப்பாய்வு	Multivariate analysis
பன்முறை வரைவியல்	Applied graphics
பன்முனை ஆய்வு	Multi channel analyser
பன்முனைத் தன்மை	Multipolarity
பன்னிச்செய்தல்	Iteration
பன்னிறமுணரி	Panchromatic
பனிக்குடம் கீறல்	Amniotomy
பாண்டு நோய்	Albinism
பாதச்சவ்வு	Pulvillus
பாதப்பிளவு	Pedal groove
பாதுகாப்பு	Safeguards
பாதுகாப்புக் கோல்	Safety rod
பாதுகாப்புச் சுவர்	Shield
பாதுகாப்பு மேற்பூச்சுகள்	Protective coatings
பாய் அடிமானங்கள்	Mat foundations
பாய்ம இயக்கவியல்	Fluid machanics
பாய்மக் கையாளுகை	Fluid handling
பாய்மப் பண்பு	Fluid nature
பாய்மம்	Fluid
பாய்வு	Flow
பாய்வுப் பரப்பு	Flow area
பாய்வு வீதம்	Rate of flow
பால்வழி	Milky way
பால்வழி இருதோற்றம்	Sexual dimorphism
பால்வழி மண்டலம்	Galaxy
பால்வழிமண்டல முடிச்சுகள்	Clusters of galaxy
பால்வினை நோய்	Venereal disease
பாலுறவுக் குற்றங்கள்	Sexual offences
பாலூட்டி	Mammal
பாலைச் சூழலமைப்பு	Desert ecosystem
பாவு	Warp
பாவு அச்சுத்துணி	chine chene
பாவு ஒண்பட்டுகள்	Warp satin
பாவு முகப்பு இருபடைநெசவு	Warp faced twills
பாளங்கள்	Billets
பாற்பல்	Milk tooth
பிசுப்பு அதிர்வொடுக்கிகள்	Viscous dampers
பிசுப்புமை	Viscosity
பிடர் அச்சு	Axis
பிடர் எலும்பு	Atlas
பிடர் முண்டு	Occipital condyle
பிடிப்பு முறை	Pinch system
பிணிப்பு	Bond

பிணைப்பு	Fusion Linkage
பிணைப்பு, அணுக்கரு	Fusion, nuclear
பிணைப்பு ஆற்றல்	Fusion energy
பிணைப்புக்கோடு	Bond line
பிணைப்புச் சக்தி நிலையங்கள்	Fusion power plants
பிணைவு குண்டுகள்	Fusion bomb
பிணைவு விளை பொருள்கள்	Fusion products
பித்தக்கோளாறுகள்	Bilious disorders
பித்தநாடி	Bounding pulse
பித்தப்பை	Gall bladder
பித்தப்பை வரைவு	Cholecystogram
பிதுக்கம்	Ampulla
பிரிகை	Dissociation
பிரிதல்	Split
பிரிதிறம்	Resolution
பிரிப்பு	Partition
பிரிவுக்கூறு	Splitting factor
பிழை மின்னோட்டம்	Fault current
பிளவு உலைச்சக்தி நிலையங்கள்	Fission reaction power plants
பிளவுகள்	Lobes
பிளவுப் படைக்கலங்கள்	Fission weapons
பிளவுப்புள்ளி	Secession point
பிளவுபடுபொருள்	Fissile material
பிளவுபடும் நியூக்ளைடுகள்	Fissionalble nuclides
பிளவுபடும் பொருள்	Fissionable material
பிளவு வாயு வெளிப்பாடு	Fission gas release
பிள்வு விளைபொருள்கள்	Fission products
பிளவுறும் தன்மை	Fissionability
பிளவுறும் தன்மை எண்	Fissionability number
பிளவுறும் தனிமம்	Fissile elements
பிறவிச் செவிடு	Congenital deafness
பிறவியில் வளைந்த பாதம்	Club foot
பிறிதணு முனைப்புக் குறை	Isotope dilution
பிறிதின் தூண்டம்	Mutual inductance
பின் உடல்	Opisthosoma
பின்கொழு	Backhoe
பின்புற இடைவெளி	Back pitch
பின்னங்கால்	Hind limb
பின்ன மின்னூட்டம்	Fractional charge
பின்னூட்டம்	Feed back
பின்னூட்டும் கட்டுப்பாடுச் செயல்	Feedback control action
பின்னொட்டு	Suffix
பீட்டாக் கதிர்	Beta rays
பூச்சிய அணி	Zero Matrix, Null matrix
புடைப்பு	Papulae
புதர்ச் செடி	Shrub
புதைபடிவச் சான்றுகள்	Fossil evidences
புதைபடிவம்	Fossil
புதைபடிவு எரிபொருள்	Fossil fuel
புரி கோணம்	Pitch angle
புரையுடலிகள்	Porifera
புல்வெளிச் சூழலமைப்பு	Grassland ecosystem

புல அடர்த்தி	Field density
புலம்	Field
புலவிளைவு திரிதடையங்கள்	Field effect transistors
புலனறி பள்ளம்	Olfactory pit
புவி அண்மை	Perigee
புவி இயற்பியல்	Geophysics
புவிக்கவர்ச்சி	Gravity
புவிச்சேய்மை	Apogee
புவி நடுவரை	Terrestrial equator
புழுக்கூடு	Cocoon
புழுக்கொல்லி	Vermicide
புழுவகற்றி	Vermifuge
புழைக்கதிர்கள்	Canal rays
புள்ளிக்கணக்குப் புனைவுப்படிவம்	Statistical model
புள்ளி மற்றும் கண்ணறைகள்	Dots and cells
புள்ளி மின்னூட்டம்	Point charge
புளிப்பு	Sour
புற்று நோய்	Cancer carcinoma
புற உருள்வளை	Epicycloid
புற உறை அல்லது இடநிரப்பு அபிரகி	Liner or spacer micanite
புற ஊதா	Ultraviolet
புற ஊதாக் கதிர்வீச்சு	Ultraviolet radiation
புற எல்லைப்பகுதி	Peripheral region
புற எலெக்ட்ரான்	External electron
புற ஒட்டுண்ணி	Ectoparasite
புறச்சட்டகம்	Exoskeleton
புறணி	Cortem
புறணியடுக்கு	Cortical layer
புறப்புலம்	External field
புறவட்டம்	Epicycle
புனைகோள்	Assumption
பூச்சிக்கொல்லி	Insecticide
பூச்சிடல்	Plating
பூச்சியம்	Zero
பூச்சு	Paint
பூசப்பட்ட	Coated
பூஞ்சணக்கொல்லிகள்	Fungicides
பூஞ்சணம்	Fungus
பூட்டக்கூடிய முனை	Locking tap
பூவாத் தாவரங்கள்	Cryptogamic plants
பூவிதழ் வட்டம்	Perianth
பெட்டிக்கிணறு அடிமானங்கள்	Caisson foundations
பெட்டிக் சக்கரம்	Car wheel
பெட்ரோல் பொறி	Gasoline engine
பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்குதல்	Petroleum refining
பெயர்ச்சி	Displacement Drift
பெயர்ந்த காரணி	Shifted factorial
பெருக்கம்	Gain
பெருக்கி மிகைப்பி	Amplifier
பெருக்கு	Flux
பெருக்கு எண்	Multiplication factor
பெருங்கடல் பகுதி	Oceanic province
பெருஞ்சட்டம்	Boom

பெருந்தமனி பின்னொழுக்கு	Aortic regurgitaion
பெருந்தமனி முடிச்சு	Aortic body
பெருந்துகள்கள்	Particulates
பெரும் அச்சு	Major axis
பெரும எல்லை	Maximum limit
பெருமம்	Maximum
பெரு மயக்கம்	Grand mal
பெருமுடிச்சு	Super cluster
பெறுதி	Derivative
பேணுதல்	Maintenance
பேதி	Diarrhoea
பேரச்சு	Major axis
பேரச்சு கோள வடிவு	Prolate
பேராழப்படுக்கைப் பகுதி	Abyssal benthic zone
பேரிக்காய் வடிவம்	Pyriform
பேன் நோய்	Pediculosis
பொட்டுத்துளை	Temporal fossa
பொத்தான் துளைகள்	Button holes
பொதி	Masos
பொதிகாப்பு	Cladding
பொதுவினம், பேரினம்	Genus
பொருட்புள்ளி	Pointmass
பொருண்மை நிலை	Semantic state
பொருண்மை நிறை	Mass
பொருள்	Matter Material
பொறித்தல்	Etching
பொன்னுக்கு வீங்கி	Mumps
போலி மின்னழுத்தம்	Pseudopotential
மகோதரம்	Dropsy
மங்கல்	Fade
மஞ்சரிக்காம்பு	Peduncle
மஞ்சல் காய்ச்சல்	Yellow fever
மஞ்சள் காமாலை	Jaundice
மஞ்சள் நொதி	Yellow enzyme
மட்டக்குதிரை	Jannet
மட்டு	Modulus
மடக்கு கை	Knuckle arm
மடக்குச் சிதறல்	Back scattering
மடக்கைத் தொகை	Logarithmic intergral
மடக்கைச் சார்பு	Logarithmic function
மடிப்பமைத்தல்	Puckering
மடிப்பு ஏற்புத்திறம்	Drapability
மடிமைச் சிறை	Inertial confinement
மண்டை ஓட்டுப் பெருந்துளை	Foramen magnum
மண்டை பகுதி	Cranium
மண்டையோட்டு உறை	Pericranium
மண்ணீரல்	Spleen
மண்வாரி எந்திரங்கள்	Earth moving equipments
மணிக்கல்	Gem
மணிக்கல் பட்டை தீட்டல்	Gem cutting
மணிக்கல் பதித்தல்	Gem mounting
மதிப்பிடல்	Evaluation
மந்த வளிமம்	Inert gas

மயக்க மருந்து	Anesthetic
மயிர்க்கால் பள்ளம்	Hair follicle
மரக்கட்டைப் பொறிப்பு	Wood engraving
மருங்குக் கண்	Lateral eye
மருந்து நூல்	Pharmacorpeia
மருந்து முறையியல்	therapeutics
மலக்குடல் நோக்கி	Rectoscope
மலட்டுத்தன்மை	Sterility
மலட்டு மகரந்தத்தாள்	Staminode
மலட்டு மலர்கள்	Gallflowers
மலப்புழை	Anus
மலமிறுக்கி, காரமான	Astringent
மலர்க்காம்பு	Pedicel
மலர்க்காம்புச்சிதல்	Bracteole
மலரடிச்சிதல்	Bract
மறுதோன்றி	Offset
மறைப்பு	Shadow
மறைமுகப் பகுப்பு	Mitosis
மறைமுக வளர்ச்சி	Indirect development
மனநோய்	Mental illness
மாசுகள்	Impurities
மாதவிடாயின்மை	Amenorrhoea
மாய எண்கள்	Magic numbers
மார்பறை	Thoraciccavity
மார்பு இழை	Pectoral ray
மார்புப்பகுதி	Thorax
மார்பு முள்ளெலும்பு	Thoracic vertebra
மார்புவலி ஆஞ்சைனா வலி	Angina pectoris
மார்பெலும்பு	Sternum
மாற்றம்	Disturbance
மாற்றிலை அமைவு	Alternate phyllotaxy
மாற்று அச்சுத்தண்டு	Counter shaft
மாற்று உலை	Converter reactor
மாற்றுக் கூறுகள்	Weighting factors
மாறி	Variable
மாறிலி	Constant
மாறு ஊட்டிகள்	Heterotrotrophs
மாறுகண்	Squint
மாறுநிலை உய்யநிலை	Critical state
மான்தலை விண்மீன்குழு	Orion
மிகுசுமை கொள்ளளவு	Overload capacity
மிகைக்கடத்தி	Super coundctor
மிகைப்பி	Ampilifier
மிகைப்பு	Gain amplification
மிஞ்சிய ஊட்டமடைதல்	Eutrophication
மிதத்தல்	Flotation
மித நியூட்ரான்	Thermal neutron
மித வெப்ப மண்டலக் கடல்கள்	Subtropical seas
மிதவை	Float
மிதவை அழுத்தமானி	Float type manometer
மிதவை உயிரிகள்	Plankton
மிருகசீரிடம்	Sirius
மின் அடர்த்தி	Current density

மின் அணு ஊட்டம்	Electronic charge
மின் அணுவியல்	Electronics
மின் அமைப்பு ஒத்தியங்கி	Repeater synchro
மின் ஆக்க அளவு	Power generation
மின் இயக்கு விசை	Electromotive force
மின் இருமுனை	Electric dipole
மின் ஓட்டம்	Electric current
மின்கரைசல்	Electrolyte
மின்காட்டி	Electroscope
மின்காந்த இணை அமைப்பு	Synchrotron
மின்காந்த விசை	Electromagnetic force
மின்காப்பு எண்	Dielectric constant
மின்காப்பு வலிமை	Dielectric strength
மின்சுற்று வழி	Electrical circuit
மின்செறிவு தேக்கிகள்	Capacitors
மின்திறன்	Electric power
மின்திறன் அமைப்பு	Power system
மின்துகளியல் அமைப்புகள்	Elecronic devices
மின்தூண்டல்	Electrical induction
மின்தொடர்	Electrical feeder
மின்தொடி	Brush
மின்நிலை	Electric potential
மின்நிலைய அணை	Hydel power plant dam
மின்பகுபொருள்	Electrolyte
மின்பகுளி	Electrolyte
மின் படிவாக்கல்	Electro plating
மின்புலம்	Electric field
மின்பூச்சு	Electro plating
மின்மாற்றி	Transformer
மின்முனை, மின்வாய்	Electrode
மின்வலுவெண்	Electro valence
மின்னகம்	Armature
மின்னணுச் சுற்று வழி	Electronic circuit
மின்னணு மின்துகள்	Electron
மின்னழுத்த அளவி	Voltmeter
மின்னழுத்தம்	Voltage
மின்னாக்கி	Electricity generator,dynamo
மின்னாக்கி	Electrical generator
மின்னாற்பகுப்பு	Electrolysis
மின்னாற்றல்	Electical energy
மின்னியங்கியல்	Electro dynamics
மின்னிலை அளவி	Potentiometer
மின்னிலை வேறுபாடு	Potential difference
மின்னிறக்கம்	Electrical discharge
மின்னூட்டச் சீரமைவு	Charge symmetry
மின்னூட்டப் பகிர்வு	Charge distribution
மின்னூட்டம், மின்னேற்றம்	Electric charge
மின்னோடி	Electrical motor
மீச்சிறு இருமடிவு முறை	Least square method
மீட்கும் அமைப்பு	Recovery system
மீட்சிச் சிதறல்	Elastic scattering
மீட்சிமை	Elasticity
மீட்பாக்கம்	Regeneration

மீத்தூய்மையாக்கல்	refining
மீநுண் அமைப்பு	Hyperfine structure
மீநுண் வரியமைப்பு	Hyperfine splitting
மீவளி மண்டலம்	Startosphere
மீள் ஆக்கும் உலை	Regenerative reactor
மீள்காய்ச்சல்	Relapsing fever
மீள்சுழற்சி வளைவுகள்	Recirculation loops
மீள் மோதுகை	Elastic collision
மீன் கூட்டங்கள்	Shoals
மீன்வழி ஆண்டு	Siderial year
மீன் வளர்ப்பு	Fish culture
மீனியல்	Icthyology
முக்கோண அணி	Triangular matrix
முகட்டுப் பகுதி	Crest
முகடு	Mode
முகடு	Rib
முகப்பு இணைப்புகள்	Front attachments
முகமைப் பொருள்கள்	Agents
முகர்ச்சிப் பெட்டகம்	Olfactory chamber
முகிலறை	Cloud chamber
முகுளம்	Medulla oblongata
முட்டிவீக்கம்	Arthritis
முட்டு அச்சுத்தண்டு	Jack shaft
முட்டுச் சுவர் அணை	Buttress dam
முடக்க உறுப்புகள்	Passive elements
முடக்க வலைகள்	passive networks
முடக்க வாதம்	Rheumatism
முடிச்சு	Node
முடிவிலாத் தொடர்	Infinite series
முடிவிலி	Infinity
முடுக்க அளவி	Accelerometer
முடுக்கம்	Acceleration
முடுக்கி	Accelerator
முடுக்குச் சட்டகம்	Chasis
முண்டு	Anti node
முதல்நிலை ஆற்றி	Primary coolant
முதல்நிலைப்பொருள்	Primary body
முதலுயிர் ஊழி, முன்னுயிர் ஊழி	Proterozoic era
முதன்மை அச்சுத்தண்டு	Primary shafting
முதன்மைக் கழிவுக் குழாய்	protonephridial duct
முதன்மைக் குண்டு	Premier bomb
முதன்மைக் குளிர்விப்பான்	Primary coolant
முதன்மை காஸ்மிக் கதிர்கள்	Primary cosmic rays
முதன்மை குவாண்டம் எண்	Principal quantum number
முதன்மைச் சுற்று வழி	Primary circuit
முதன்மைத் தொடுகை	Main contact
முதன்மை மூலைவிட்டம்	Principal diagonal
முதன்மை வரிசைமுறை	Main sequence
முதனிலை நுகர்வனர்	Primary consumers
முதுகுத் தண்டுள்ளவை	Chordates
முதுகுத் துடுப்பு	Dorsal fin
முதுகுநாண், முதுகுத்தண்டு	Notochord
முதுகுப்புறம்	Dorsal side

முதுகெலும்பற்றவை	Invertebrates
முதுகெலும்பிகள்	Vertebrates
முதுகெலும்புத் தொடர்	Vertebral column
முப்பரிமாணத் தகடுகள்	Stereod plates
முப்பரிமாண வளர்ச்சி	Volumetric growth
முப்பிணைப்பு	Triple bond
முரணியல் அமைப்பு	Fuzzy systems
முரணின்மை	Non contradiction
முலக்கூறு வாய்பாடு	Molecular formula
முலாம் பூசுதல்	Plating
முழுமூட்டுவாதம்	Panarthritis
முள்தோலிகள்	Echinoderms
முள்ரோமங்கள்	Bristles
முள்ளெலும்பு	Vertebra
முள்ளெலும்புத் தமனித்துளை	Vertebrarterial foramen
முளை சூழ்சதை	Endosperm
முளை மூட்டு	Pivot joint
முற்கோள் கூற்று	Proposition
முற்றுநியமம்	Absolute Specificity
முறம்	Galley
முறிதல்	Crack
முறுக்கம்	Torsion
முறுக்குநூல்	Twisted yarn
முன் உடல் பகுதி	Prosoma
முன்கூட்டி அறிதல்	Calibrate
முன் நடுக்கண்	Median anterior eye
முன்முனை சுமை ஏற்றி	Front end loader
முன் மேல்தாடை எலும்பு	Premaxilla
முன்னுயிரிகள்	Protozoams
முனைகள் ஈறுகள்	Terminals
முனைத்தலைப்பகுதி	Capitulum
முனைத்துண்டு	Slug
முனை வலிமை	Pole strength
முனைவாக்கத்தரம்	Degree of polarization
முனைவாக்கத் திசையன்	Polarisation vector
முனைவாக்கம்	Polarisation
முனைவு	Polarity
முனைவுற்ற இதழ்	Polarised vane
மூச்சடைப்பு	Suffocation
மூச்சுக்குழாய்	Tracheal tube
மூச்சுத் திணறல்	Respiratory distress
மூச்சு மரங்கள்	Respiratory trees
மூச்சேடு	Book lung
மூட்டு	Joint
மூட்டுவலி	Rheumatism
மூட்டுவாதம்	Rheumatism
மூன்றாம் நிலை நுகர்வன	Tertiary consumers
மூல அமிலம்	Parent acid
மூல ஆற்றல் பகுப்பான்	Monochrometer
மூல இனச்செல்கள்	Germ cells
மூலக்கூறு	Molecule
மூலக்கூறு எடை	Molecular weight
மூலநோய்	Piles

மூலப்பொருள்	Parent compound
மூலம்	Haemodhoids
மூலம்	Origin
மூல விதைகள்	Nucleus seeds
மூழ்கும் அடர்த்தி	Immersion density
மூளைப் பெட்டகம்	Skull
மெய் எண்	Real number
மெருகுப் பூச்சுகள்	Lacquers
மெல்லுடலிகள்	Molluscs
மென் அண்ணம்	Soft palate
மென்பூச்சு	Enamel
மென்னீர்	Light water
மென்னீர் உலை	Light water reactor
மேகவெட்டை நோய்	Gonorrhoea
மேடை வகை	Table type
மேல்தாடை எலும்பு	Maxilla
மேல்தொண்டை	Epipharynx
மேல் நீண்ட வால் துடுப்பு	Heterocercal caudel fin
மேல் பின் தலை எலும்பு	Supra occipital bone
மேல் பொட்டுக்குழி	Supra temporal fossa
மேல் மட்ட வகை	Surface type
மேல் முனைத்திருகு	Cap screw
மேல்வரம்பு	Upper limit
மேல்வாய்த்தகடு	Epistome
மேலுதடு	Labrum
மேலுறை	Blanket
மேற்கோள் தளம்	Reference plane
மேற்படிதல்	Overlap
மேற்பரப்புச் சுரங்கம்	Surface mine
மேற்பெருஞ்சிரை	Superior vena cave
மேற்பெருந்தகடு	Carapace
மையகம்	Centrum
மையச் சமச்சீர்மை	Centro symmetry
மையத்தட்டு	Central disc
மையப்பிறழ்வு	Eccentiricity
மையப்புலத் தோராயம்	Central field approximation
மையவிசை	Central force
மையவிலக்கி	Centrifuge
மையவிலக்கு விசை	Centrifugal force
மோதுகை	Collision
மோது தாரைவிமானம்	Ramjet
மோது துகள்	Bombarding particle
வகுத்தல் வகுதி	Design
வகுப்பு	Class
வகைக்கெழுச் சமன்பாடு	Differential equation
வகைபாடு	Classification
வகையினம், அடிநிலைக்கூறு	Category
வட்டச் சார்புகள்	Circular function
வட்டப்பாதை	Circular orbit
வட்டம்	Circle
வட்டு	Quad
வடதுருவம்	North pole
வடிகலயம்	Still

வடிப்பி	Filter
வடிப்பு விரிசல்	Forging crack
வடிபொருள்	Filtrate
வடிவமைப்பு	Design
வடிவியல், அமைப்பியல்	Geometrics
வடிவொத்த வரை	Conformal mapping
வண்ணத் திருத்திகள்	Masks
வண்ணப்படிவுப் பிரிகை	Chromatography
வண்ண மீளாக்கம்	Colour reproduction
வணரித் தண்டு	Crank shaft
வயிற்றறை	Rumen paunch
வயிற்றுக் காலிகள்	Gastropods
வயிற்றுத் துடுப்பு	Ventral fin
வரம்பிலி	Infinity
வரம்பிலித் தொடர்	Infinite series
வரம்புச் செயலி	Bounded operator
வரி அச்சு இடையச்சு எந்திரங்கள்	Linotype and inter type machines
வரிசை	Order
வரிசை ஊடுபயிர் முறை	Row inter cropping
வரித் தகடு	Rule
வரி நிழல் வேறுபாடு	Tonal variation
வரியச்சுப் படல எந்திரம்	Lino film
வரைப் படக் கருவிகள்	Graphic arts camera
வரைமுள்	Stylus
வரையளவு	Nominal
வால் விண்மீன்	Comet
வல்லிழை	Tendon
வலசை	Migration
வலய உருளி	Ring roller
வலைக் கண்கள்	Meshes
வலைகள்	Net works
வலையறை	Reticulum
வழித் திருப்பு அணை	Diversion dam
வழிபடுத்திய ஏவுகணை	Guided missile
வழியிதழ்	Volve
வழிவாய்	Surplus weir
வளமூட்டுதல்	Enrichment
வளர் உருமாற்றம்	Metamorphosis
வளர்ச்சிப்பை	Brood pouch
வளர்சிதை மாற்றம்	Metabolism
வளர்ப்பு ஊடகம்	Culture medium
வளிக் குழல்	Siphuncle
வளிமக் கலவை	Gas mixture
வளிமச் சுழலிகள்	Gas turbines
வளி மண்டலம்	Atmosphere
வளிம நிரவல்	Gaseous diffusion
வளிமப் பெருக்க எண்ணிகள்	Gas multiplication counters
வளிமம்	Gass
வளைதசைப் புழுக்கள்	Annelids
வளைமை	Curvature
வளைய அமைப்பு	Loop concept
வளைய அறை	Toroidal chamber

வளையம், வலயம்	Annulus
வளைய வடிவு	Toroidal form
வளைவாரம்	Radius of curvature
வன்மாறி	Hard variable
வாய் எதிர்ப் பக்கம்	Aboral side
வாய்க் குழி	Buccal cavcity
வாய்ப்பியல்பு நிகழ்வு	Stochastic process
வாயழற்சி	Stomatitis
வாயுக் குளிர்விப்பான்	Gas coolant
வாயு நிலை	Gas phase
வாயு நிறை இடைவெளி	Gas plenum
வாயு வெளியெற்றம்	Gaseous effluent
வால் முள்ளெலும்பு	Caudal vertebra
வாலை வடிப்ப	Distillation
வாளித் தண்டு	Dipper stick
வான் அளவியல்	Astrometry
வான் அளவேடுகள்	Aerial survey
வான் இயற்பியல்	Astro physics
வான் உச்சி	Zenith
வான் கீழ்ப்புள்ளி	Nadir
வான்குடை மிதவை	Parachute
வான் நடுவரை	Meridian
வான கோளம்	Celestial sphere
வான துருவம்	Celestial pole
வானியல் அறிஞர்	Astronomer
வானிலைக் கண்காணிப்பு	Meteorological supervision
வானிலை நிலையம்	Meteorological station
வானொலிச் சுற்றுவழிகள்	Radio circuits
விகிதம்	Ratio
விசித்த பட்டை	Taut band
விசை தொலைவு விளக்கப் படம்	Force distance diagram
விட்டம்	Beam
விண் அடிவானம்	Celestial horizon
விண் கற்கள்	Meteorites
விண் பொருள்	Celestial body
விண்மீன் இணைப்பு	Assoriaration
விண்மீன் குழு	Constellation
விண்வெளி ஓடம்	Space shuttle
விண்வெளிக் கலம்	Space craft
விண்வெளித் தொடர்பியல்	Space communication
விண்வெளிப் பயன்பாடுகள்	Space applications
விண்வெளி மருத்துவம்	Space medicine
விந்தழிப் பசை	Spermicidal cream
விந்து கொல்லி	Spermicide
விந்து நாளம்	Sperm duct
விந்துப்பை	Scrotum
வியர்வைச் சுரப்பி	Sweat gland
வியலண்மை	Perijove
வியற் சேய்மை	Apjove
வியன்தன்மை	Strangeness
வியன்துகள்	Strange particle
வியாழன்	Jupiter
விரவல்	Diffusion

விரியும் தொடர்	Divergent series
விரைப்பை	Scrotum
விரைமேலி	Epididymis
விரைவு உணரி	Velocity pick up
வில்தன்மை	Resilence
வில்பொருண்மை அமைப்பு	Spring mass system
வில்லியல்பு	Resilent
வில்லைத் தொகுதி	System of lenses
வில் சுருள்	Spring
விலக்கம்	Repulsion
விலக்க வகை	Repulsion type
விலக்கு உள்ளகம்	Repulsive core
விலகலடைதல்	Refraction
விலகும் முள்வகை	Diflected needle type
விலா எலும்புகள்	Ribs
விழி நீர்மம்	Ocular fluid
விழிப் பெட்டகம்	Optic capsule
விழியின்மை	Anophthalmosis
விளிம்பு	Edge Periphery
விளிம்பு வளைவுப் பெருமம்	Diffraction maximum
விளை பொருள்கள்	Products
விளைவுத் தொடர்	Resultant series
விறைப்பு	Rigid
விறைபொருள்	Rigid body
வினை	Reaction
வினை இயக்க முறை நுட்பம்	Reaction mechanism
வினைகலன்	Reactor
வினைபொருள்	Reagent
வினையூக்கி	Catalyst
வீக்கம்	Inflammation
வீச்சு	Amplitude
வீழல்வெளி	Projective space
வெட்டுத்தடம்	Notch
வெட்டும் தாடை	Mandible insect
வெட்டும் பற்கள்	Incisors
வெடிப்பான்	Explosive
வெடிப்பு	Flaw
வெடிப்புணர் கருவி	Flaw detector
வெடிமருந்து	Explosive
வெடியுப்பு	Salt petre
வெப்ப அடக்கம்	Enthalpy
வெப்ப அணுக்கரு இயக்கம்	Thermo nuclear action
வெப்ப அணுக்கரு குண்டுகள்	Thermo nuclear bombs
வெப்ப அளவியல்	Thermometry
வெப்ப ஆக்க அளவு	Heat output
வெப்ப ஆற்றல் இழப்பு	Loss of heat energy
வெப்ப இயக்கவியல்	Thermo dynamics
வெப்ப உலை	Thermal reactor
வெப்ப எண்	Specific heat
வெப்பக் கடத்தல்	Thermal conduction
வெப்பக் குழைமம்	Thermoplastic
வெப்பச் சுழற்சி	Thermal convection
வெப்ப நெகிழி	Thermoplastic

வெப்பந் தாங்கிகள்	Refractories
வெப்பப் பொறி	Thermal engine
வெப்ப மண்டலம்	Tropical region
வெப்ப மாற்றமிலா வினை	Adiabatic reaction
வெப்பமாற்றல்	Heat transfer
வெப்ப மின்னிரட்டை	Thermo couple
வெப்ப மூலம்	Heat source
வெப்ப வாட்டல்	Heat treatment
வெள்ளி	Venus
வெளி அடுக்கு	Outer layer
வெற்றிட எக்கி	Vacuum pump
வெற்றிட வீழ்படிவு	Vacuum deposition
வேக ஈனுலை	Fast breeder
வேக நியூட்ரான்	Fast neutron
வேக நியூட்ரான் அணு உலை	Fast neutron reactor
வேதியியல் சேர்மம்	Chemical compound
வேதியியல் நகர்வு	Chemical shift
வேதியியல் பிணைப்பு	Chemical bond
வேதியியல் மாசு	Chemical pollution
வேறுபாட்டுக் கலனம்	Calculus of variation
வேறுபாட்டுச் சமன்பாடு	Difference equation
வேறுபாட்டுப் பல்சக்கர அமைப்பு	Differential gear system

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர்.

TAMIL UNIVERSITY, THANJAVUR.

பதிப்புத்துறை

எண் : **7305** கைச்சாத்து நாள் : 10·1·2010

எண்	விவரம்	விலை உரூ.	விலை காசு	படி	தொகை உரூ.	தொகை காசு
1	அறிவியல் களஞ்சியம் தொ(1)	800	00	1	800	00
2	" தொ(2)	800	00	1	800	00
3	வாழ்வியல் களஞ்சியம் தொ(1)	800	00	1	800	00
4	" தொ.(2)	800	00	1	800	00
					3200	00
	25% கழிவு				800	00
	ரூ.2400/-				2400	00

உருவா...

காசு...பெற்றுக் கொள்ளப்பட்டது.

இயக்குநர்

10/1/2010

hemamala - akaram